



DESAFÍOS AMBIENTALES

COORDINADORES:
RUBÉN CANTÚ CHAPA
ROQUE JUAN CARRASCO AQUINO
LORENZO ZAMBRANO SALGADO

DESAFÍOS AMBIENTALES

LOS PROBLEMAS AMBIENTALES
ANTE LOS RETOS DEL MILENIO



DESAFÍOS AMBIENTALES

LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ANTE LOS RETOS DEL MILENIO

Rubén Cantú Chapa
Roque Juan Carrasco Aquino
Ramón Rivera Espinosa
Hena Andrés Calderón
Marcos Rodolfo Bonilla González
Guillermo Torres Carral
Ciro Alfonso Serna Mendoza
Javier Pérez Corona
Heriberto Efrén Maldonado
Miguel Alvarado Cardona
Rolando Reynoso Pérez
María Concepción Martínez Rodríguez
Delia Patricia López Araiza Hernández
Luz Elena García García
Lorenzo Manzanilla López de Llergo
Miguel Alberto González González
Óscar Norberto Sánchez Hurtado
María Eugenia Gutiérrez Castillo

Luis Raúl Tovar Gálvez
Víctor Manuel Vicente Vidal Lorandi
Josué Portilla Casillas
Francisco Vicente Vidal Lorandi
Lorenzo Zambrano Salgado
Joaquín Quiroz Carranza
Citlalli Cantú Gutiérrez
Víctor Santes Hernández
Esteban López
Lorena Elizabeth Campos Villegas
Dennis Amelia Narvárez Suárez
Claudia Rodríguez Tapia
Rodrigo Abraham Castro Corona
Yolanda Santiago Benítez
Ricardo Estrada Núñez
Cristina Ramos Cortez
Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita
Miguel Ángel López Flores



Instituto Politécnico Nacional
—México—

Desafíos ambientales II
Los problemas ambientales ante los retos del milenio

Coordinadores

Rubén Cantú Chapa

Roque Juan Carrasco Aquino

Lorenzo Zambrano Salgado

Primera edición: 2013

D. R. © 2013

Instituto Politécnico Nacional

Luis Enrique Erro s/n

Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”

Zacatenco, Deleg. Gustavo A. Madero

CP 07738, México, DF

Dirección de Publicaciones

Tresguerras 27, Centro Histórico

Deleg. Cuauhtémoc

CP 06040, México, DF

ISBN 978-607-414-405-5

Impreso en México / *Printed in Mexico*

<http://www.publicaciones.ipn.mx>

Contenido

Introducción	7
1. El espacio público patrimonial y los desafíos ambientales sociourbanos.....	9
2. Los territorios de las ciudades... en la insustentabilidad	23
3. Hacia una pedagogía ambiental metadisciplinaria.....	41
4. Sociedad y naturaleza; una mirada desde la economía y el medio ambiente.....	59
5. Agricultura urbana en Ciudad Nezahualcóyotl.....	79
6. Planificación metropolitana insustentable en la Ciudad de México.....	95
7. Cómo conceptualizamos la insustentabilidad	109
8. Potencialidad de desarrollo sustentable y planeación territorial: caso de estudio Municipio Tlaxco, Tlaxcala.....	127
9. El gran desafío, mantener en niveles sustentables el agua ante la complejidad de la conurbación, el caso de San Martín Texmelucan, Puebla	137
10. Una mirada al territorio como cuerpo y poiésis	153
11. Organización empresarial y su administración causante de problemas socioambientales: retos para dar soluciones	163
12. La ocupación social del espacio. Reconfiguración de ciudades-región en la cuenca del Río Zahuapan, estado de Tlaxcala	183
13. La crisis ambiental y el neoscurantismo filosófico	202
14. Ladilleras artesanales en el Estado de México. Emisiones contaminantes.....	215
15. Verificación de simulaciones tridimensionales diferenciales numéricas de la descarga del agua de enfriamiento de la Central Nuclear Laguna Verde	231
16. Hornos ladrilleros de San Nicolás, Tequisquiapan: contaminación ambiental, salud humana y economía	247
17. Alternativas para la remoción de arsénico en agua para consumo humano en Zimapán, Hidalgo	257
18. Propuesta de plan de manejo de los residuos sólidos generados en la Central de Abasto del DF.....	275
19. Conceptos elementales de ecología con aplicaciones en el análisis de ciclo de vida.....	291
Currículum	313



Introducción

La industrialización en el siglo XVIII y la competencia global en todos los ámbitos a partir de la segunda mitad del siglo XX representan hoy grandes desafíos ambientales y sociales que podemos ver reflejados en los efectos climáticos. Muchos de estos retos son resultado de dificultades económicas o de prácticas sociales y políticas que no consideran el desarrollo sustentable como una opción para complementar el actual sistema político y social.

Por otro lado ha venido naciendo un interés y una inquietud al respecto, pues ya en numerosas reuniones nacionales e internacionales se ha mostrado la preocupación por el medio ambiente, sobre todo después de la II Guerra Mundial, en la que hubo destrucciones de vastas regiones donde había patrimonios históricos y culturales invaluable; y posteriormente otras guerras menores en la segunda mitad del siglo XX han destruido parte de la naturaleza y modificado el ambiente sociourbano. El daño ecológico va ligado al impacto socioambiental, pues incide en la dinámica de una comunidad al cambiar sus costumbres de manera drástica, y este proceso tiene su auge en la fase industrializada y a partir de los cambios en las condiciones de vida de gran parte de la población global.

Es importante señalar que, tanto los países que han marcado una pauta en el desarrollo, como aquellos que resultan perjudicados por la falta de equidad del modo de producción capitalista, no han logrado resolver los problemas de la sociedad en su conjunto. Tampoco las conferencias internacionales y locales (Estocolmo, Río de Janeiro, entre otras) han logrado atenuar lo que los teóricos llaman “la marcha hacia el abismo” (el desastre ecológico) que se avizora por doquier. Cuando no son las guerras que destruyen el medio natural y la naturaleza humana, son los modelos económicos de acumulación privada o la des-acumulación de los trabajadores, como resultado de su sobreexplotación, lo que impacta al medio ambiente.

El complejo carácter de la problemática ambiental, así como la articulada y necesaria existencia entre sociedad, naturaleza y territorio, muestra la dimensión interdisciplinaria y transdisciplinaria con que ésta debe ser analizada, por ello en una continua preocupación por los desafíos ambientales, los académicos del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo CIIEMAD e instituciones educativas del IPN, así como colegas de otras universidades, con las

mismas inquietudes sobre diversos contaminantes del agua, aire y suelos urbanos y rurales, nos hemos dado a la tarea de exponer los ensayos de investigación en una segunda edición, con el propósito de compartir información que pueda ampliar los debates, que coadyuven a explicar la problemática ambiental y puedan generar alternativas, a pesar de las dificultades para implementarlas, en las políticas públicas de nuestras naciones.

La diversidad de temas aquí presentados forma parte de las líneas de investigación que ofrece el CIIEMAD del IPN, aunque también participaron académicos de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de Chapingo, de universidades de Colombia y de la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro. Todos ellos arbitrados por colegas

de doce países de América y Europa. Por lo que en este punto cabe mencionar que los investigadores enfrentaron un gran reto al articular las disciplinas que coinciden en el estudio de los temas, con el fin de alcanzar una amplia comprensión y profundo análisis del mismo. Con este segundo libro, desde los enfoques de cada investigador, damos continuidad a lo planteado en la primera publicación, relacionada con los retos ambientales en el marco de los problemas del desarrollo, propósitos científicos y sociales del CIIEMAD.

Estamos conscientes que el propósito no es sólo explicar y esclarecer un entorno cada vez más complejo, más bien se trata de transformar, de manera inexorable, esa realidad que nos abarca a todos.

Rubén Cantú Chapa y Roque Juan Carrasco Aquino

El espacio público patrimonial y los desafíos ambientales sociourbanos

1

CASO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Rubén Cantú Chapa

INTRODUCCIÓN

En el presente ensayo se propone una reflexión crítica con relación al carácter del espacio público patrimonial del Centro Histórico de la Ciudad de México a partir del surgimiento del ambiente sociourbano¹ durante el último tercio del siglo xx y lo que va del presente. Se interpreta también la transformación notable en el entorno patrimonial histórico realizado, debido a la participación de la incipiente sociedad civil como exponente activo, al darle vida renovada al sitio histórico urbano-arquitectónico más allá de la que proporciona la

actividad terciaria de la economía en el lugar y del sector social que ahí se aloja. Asimismo, el espacio público patrimonial histórico, escenario de identidad nacional, ha propiciado la consolidación de la vida cívica contestataria que aparece en el marco de las crisis económica, social y política en las últimas décadas.

La particularidad del presente ensayo consiste en el análisis del impacto que tiene el entorno sociourbano en el espacio público patrimonial. Lleva el

1 Los problemas ambientales a los que se refieren autores como Rolando García, Enrique Leff y James O'Connor, entre otros, cubren un amplio espectro de situaciones que “aparecen como problemas locales y circunscriptos” relacionados con la contaminación o a “situaciones tales como las condiciones insalubres de vida en grandes centros urbanos, o el deterioro del medio físico y de las condiciones de vida en extensas regiones” (Rolando García, en “Interdisciplinaridad y sistemas complejos” en: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/ea/descargas/garcia01.pdf>, pág. 1, consultado en marzo 2010).

Para Leff: “El ambiente no es la ecología, sino la complejidad del mundo, es un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza a través de las relaciones de poder ...”, en Leff (2006: 13).

Para O'Connor: “la historia ambiental es el estudio de cómo la intervención humana configura y modifica a la “naturaleza” —y crea ambientes construidos y configuraciones espaciales, y de la forma en que los ambientes naturales y culturales permiten y al mismo tiempo restringen— la actividad material, y, a la inversa, cómo la actividad humana hace posible e impide, simultáneamente, el desarrollo cultural y la “economía de la naturaleza” [...] Hay nuevos estudios históricos ... de los pueblos y las ciudades definidos como ambientes” en O'Connor (1994: 75-76).

propósito de mostrar los desafíos que surgen en sitios históricos culturales a partir de las grandes dificultades en la relación contradictoria entre, la sociedad, por un lado, y el Estado, por el otro. Los retos sociales son vastos en temporadas en las que emergen conflictos antagónicos que tienen como soporte básico territorial el espacio público patrimonial con amplias referencias culturales de identidad nacional. Se trata del rasgo que aparece en la sociedad civil al asumir el Centro Histórico de la Ciudad de México el papel de actor urbano ante los desafíos de los grandes problemas de la economía, las crisis políticas y sociales en los últimos tiempos. Esto es, se trata de un sitio histórico que protagoniza las vastas demandas sociales surgidas de esas crisis.

En el presente ensayo se propone una reflexión crítica en relación con el carácter del espacio público patrimonial del Centro Histórico de la Ciudad de México a partir del surgimiento del ambiente sociourbano² durante el último tercio del siglo xx y lo que va del presente. Se interpreta también la notable transformación en el entorno patrimonial histórico gracias a la participación de la incipiente sociedad civil como exponente activo, al darle renovada vida al sitio histórico urbano-arquitectónico más allá de la prestación de servicios del sector social cuyos centros de trabajo residen ahí. Asimismo, el espacio público patrimonial histórico, escenario de identidad nacional, ha propiciado la consolidación de la vida cívica contestataria que aparece en

el marco de las crisis económicas, sociales y políticas en las últimas décadas.

La habitabilidad³ ciudadana del lugar está determinada por la vivienda y el trabajo —fundamentalmente en el sector terciario de la economía—, pero con mayor rigor por la vida política, y la actividad social y cultural que predomina en el centro urbano metropolitano.

El ambiente sociourbano en el espacio público patrimonial del Centro Histórico —que surgió de las crisis económicas, políticas y sociales— ha ido condicionando un carácter de *ciudadano* distinto al que forman los demás espacios públicos de la ciudad. Los valores culturales e históricos de identidad nacional depositados por la sociedad en los sitios y/o centros históricos han matizado tanto la vida cívica de los últimos tiempos como una sociedad civil en ascenso; se construye luego al ciudadano en paralelo. La ciudadanía que se logra en otros lugares de la ciudad no es la misma a la que florece en aquellos donde está depositado el patrimonio histórico, cultural y de identidad nacional. Por otro lado, las áreas urbanas sin vida cívica o escasa actividad política y social o en proceso de formación es el diferencial ciudadano en suspenso que retrasa el desarrollo de la ciudad y sus habitantes.

Los cambios políticos y sociales que aparecen en el lugar y que configuran las condiciones sociourbanas llevan más de tres décadas y mantienen con

2 Los problemas ambientales que describen autores como Rolando García, Enrique Leff y James O'Connor, entre otros, cubren un amplio espectro de situaciones que "aparecen como problemas locales y circunscritos" relacionados con la contaminación o con "situaciones tales como las condiciones insalubres de vida en grandes centros urbanos, o el deterioro del medio físico y de las condiciones de vida en extensas regiones". En: Rolando García. "Interdisciplinaridad y sistemas complejos" [En línea]. (Este artículo está publicado en: Leff (1994).

Para Leff (2006: 13) "El ambiente no es la ecología, sino la complejidad del mundo, es un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza a través de las relaciones de poder...".

Para O'Connor (1998: 75-76): "la historia ambiental es el estudio de cómo la intervención humana configura y modifica a la *naturaleza* y crea ambientes construidos y configuraciones espaciales, y de la forma en que los ambientes naturales y culturales permiten —y al mismo tiempo restringen— la actividad material, y, a la inversa, cómo la actividad humana hace posible e impide, simultáneamente, el desarrollo cultural y la *economía de la naturaleza* [...] Hay nuevos estudios históricos [...] de los pueblos y las ciudades definidos como ambientes".

3 Cualidad de habitable, en particular la que con arreglo a determinadas normas legales tiene un local o una vivienda.

vida inexorable el Centro Histórico, como sucede con el comportamiento del medio ambiente, del pensamiento y de la sociedad. Ese cambio expresa la existencia de la naturaleza humana en el ámbito urbano-arquitectónico del Centro Histórico de una sociedad que a la vez transformó la naturaleza de donde procede y tiene su existencia.

En términos de desafíos ambientales, las características del espacio público no representan una dificultad por el número de automotores que circulan en la metrópoli que contaminan o por las empresas fabriles instaladas en la ciudad. Tampoco son grandes oposiciones los quebrantos del entorno ni su vasta dimensión territorial o la cantidad de asentamientos humanos conurbados en los límites extendidos del Valle de México, con menos metros cuadrados de áreas verdes por número de habitantes que las recomendadas por los organismos internacionales en atención a la problemática del medio ambiente. Menos aun la baja productividad en el marco de la economía de las ciudades globales, aunada a la injusta e inequitativa distribución del ingreso ahí generado. La peculiaridad de los retos ambientales se expresa por el sitio patrimonial de identidad nacional del que emerge, en los últimos tiempos en el espacio público, el valor histórico-crítico del sistema y el lugar de la formación de la ciudadanía que configura la sociedad civil en ascenso.

En el caso particular de la Ciudad de México los desafíos ambientales que nos proponemos analizar y explicar surgen, por un lado, debido al cúmulo de rezagos sociales de la mayoría de su población, entre los que destaca el desempleo, el subempleo, la descomposición social, los limitados servicios urbanos e infraestructura deficiente, las serias dificultades de la vialidad y el transporte metropolitano, así como lo relacionado con el equipamiento y la vivienda; particularidades cuyo testimonio lo dan las

condiciones de vida de los sectores y clases sociales en el espacio público de la ciudad, sobre todo en el espacio patrimonial. Emerge luego el otro ambiente de “la naturaleza que es su cuerpo”:⁴ la naturaleza humana y sus vastos movimientos sociales, que hoy en día son una expresión particular del ambiente y/o condiciones de existencia en el espacio público patrimonial histórico con grandes referencias de identidad local y nacional.

Así pues, el espacio público del Centro Histórico de la Ciudad de México expresa en las últimas décadas uno o más de los desafíos ambientales más notorios de los sitios patrimoniales: el relacionado con la vida política, la existencia social urbana, los problemas de la economía del país, así como la presencia cultural del sitio en estudio. El lugar de la soberanía social y ciudadana, espacio de identidad, comunicación y poder de la sociedad civil, condiciona la existencia de la naturaleza humana ciudadana. El Centro Histórico es también una de las dimensiones materiales del caso de estudio, misma que se observa en numerosas localidades nacionales y extranjeras en un marco neoliberal que produce un considerable impacto de la economía política globalizada en la era de la información y la comunicación electrónica.

La crisis del Estado tiene su dimensión material en el espacio público del patrimonio histórico, además de lo que se puede apreciar en el territorio nacional. Esa dimensión, objeto de estudio del presente ensayo, es el Centro Histórico. Este sitio patrimonial, concretamente *el espacio público patrimonial histórico* muestra las relaciones de intereses como relaciones de poder político, social y económico, creadoras de las condiciones de existencia sociourbanas, tanto porque surgen virtualmente del espacio edificado como de los actores sociales urbanos. Estos agentes sociales hacen del espacio público urbano-arquitecto-

4 Marx y Engels 1966: 67 citado en: Folodori et ál. (1966), en *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, UAZ-Porrúa, México, 2005, p. 110.

tónico espacios protagónicos de los cuales emergen el proceso social que define un sistema complejo de valores y diversos desafíos ambientales sociedad-naturaleza, es decir, entre el medio natural y el humano, y/o sociedad-territorio. Se puede afirmar luego, como *hipótesis de trabajo inicial*, que el mayor espacio público histórico patrimonial donde se expresan los intereses o las relaciones de poder es el Centro Histórico, bien como lugar de coerción o de resistencia social y política, o como sitio protagónico y espacio crítico del sistema que configura el desafío ambiental sociourbano de nuestro tiempo.

LA INTERPRETACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO PATRIMONIAL HISTÓRICO

El análisis histórico del espacio público patrimonial, aunado a los desafíos ambientales transdisciplinarios, más allá de las fronteras de la arquitectura, el urbanismo y las ciencias sociales, permite formular enunciados que explican el periodo de análisis propuesto. En el espacio público patrimonial histórico han prosperado y/o en su defecto aplazado (como resultado de actos represivos del Estado), más que en ningún otro lugar, los movimientos sociales significativos e inéditos urbano-políticos y socio-históricos, bien locales, regionales y/o nacionales, hechos que los diferencian de los demás espacios públicos de la ciudad.

No es sólo una categoría de análisis que lleva en su origen la *ciudadanización* del habitante de la ciudad; el espacio público es también el lugar de circulación y/o encuentro de la población para el intercambio de todo tipo de bienes; es a la vez el territorio complejo de inseguridad a raíz del incremento de la descomposición social que trajo consigo el aumento del desempleo y el subempleo como resultado de la crisis del sistema capitalista imperante. El sitio público es definido socialmente con mayor rigor por lo que ahí se realiza y crea la comunidad, la historicidad de las acciones y la relevancia política, económica, social y particularmente cultural de los habitantes, sobre todo está delimitado por su carácter sociohistórico. El espacio público

patrimonial distinguido por la historia o por los usos y costumbres tiene una peculiaridad diferente al espacio público existente en el resto de la ciudad debido a los desafíos ambientales sociourbanos críticos contestatarios, esto es, a las condiciones sociales en el lugar en los periodos medianos y largos de las crisis.

La explicación por parte de una sola de las ramas del conocimiento, como el urbanismo o la arquitectura, no sería suficiente para entender una realidad reiterada en más de tres décadas en metrópolis como la Ciudad de México. Tampoco se logra con la simple unión de dos o más teorías. En la división de las disciplinas y en sí, en la parcelación de las ciencias que corresponden a las del trabajo (antigua fragmentación mecanicista relacionada con la rentabilidad de la inversión de capitales) se muestran los cambios en las categorías y los conceptos teóricos de la arquitectura y el urbanismo, paralelamente a las ciencias sociales de acuerdo con el desenvolvimiento de la historia, surgen luego en tiempos diferenciados. Si los cambios fueron profundizados y ampliados con la industrialización de finales del siglo XVIII, se ampliaron con el funcionalismo de principios del siglo XX, derivados por lo tanto, de la etapa de la modernidad fundamentada en la aceleración de la economía de mercado globalizadora, sobredenominada *neoliberal*.

Por otro lado, si las ciencias sociales tienen como objeto de estudio el sujeto, el hombre con relaciones entre humanos en sí cambiantes en correspondencia con la etapa histórica en que se desenvuelven, también hay términos similares a las categorías del conocimiento y conceptos que existen en arquitectura y urbanismo, pues en sus normatividades aparece la relación objeto/sujeto con las mismas temporalidades. Se diferencian de las ciencias naturales porque en éstas sus leyes permanecen y sobreviven a los cambios sociales que experimentan las diversas formaciones de desarrollo económico, social y político. Sin embargo, las une el proceso de desarrollo histórico natural en mutua correspondencia. Son fenómenos y retos ambientales y/o

condiciones de existencia originarias de la sociedad en tanto que forma parte de la naturaleza, pues la arquitectura, el urbanismo y, en sí, las ciencias sociales, se nutren y forman parte de ella, es decir, están “entroncadas” con la naturaleza.

Plantear los desafíos ambientales sociourbanos es la parte constitutiva del espectro de los problemas en la que están inmersas tanto las cuestiones locales y regionales como los centros urbanos y/o metropolitanos ya que marcan la problemática del espacio público patrimonial.

EL ESPACIO PÚBLICO COMO LUGAR DE COMUNICACIÓN Y PODER POPULAR

En el Centro Histórico, como espacio público de enlace y relaciones de los diversos sectores de la población, se expresan con singular importancia las formas de comunicación y vigor de las inquietudes sociales, culturales, económicas, políticas y científicas, así como las demandas más sentidas de la sociedad. Bien se ejerce el poder social como respuesta ante la coacción de las instancias del Estado o por el poder que surge de las demandas de la sociedad civil, particularmente en los periodos de grandes dificultades en la articulación de la economía con la existencia social y/o política en la ciudad, región o país. Los sucesos de las últimas décadas muestran el ambiente contestatario y protagónico del espacio público patrimonial y de comunicación ante el reducido o nulo acceso de algunos sectores o clases sociales a los medios masivos de comunicación como la radio y la televisión y/o medios escritos en los que necesitan expresar las demandas sociales surgidas de las crisis económicas y políticas.

La calle, la plaza, el parque, no sólo son los lugares de encuentro ciudadano o de relaciones con los poderes vecinales, los administrativos locales o las áreas políticas de los diversos niveles, son también espacios públicos de comunicación y poder de la sociedad, en tanto se ejerza la ciudadanía (en correspondencia con la naturaleza y significado de ciu-

dad) y se realice la política (como origen de la *polis*) en esos distintos sitios de encomienda de la ciudad.

Por otro lado, es de suma relevancia que la Ciudad de México se caracterice por el reto que representa que en ella se concentra y hegemoniza la gestión y el poder político y administrativo de todo el país; que estén centralizadas las políticas públicas y las normatividades de los medios de comunicación públicos y privados, tanto como las vastas inversiones en la capital del país sin que participe en ello un porcentaje mayor de habitantes del área metropolitana de la Ciudad de México. Sin embargo, a esos diversos medios de comunicación en estrecha relación con los poderes económicos y políticos que difunden la ideología dominante les surgen sus contrarios: medios de comunicación que emergen del espacio público cuando se elevan las demandas de los sectores y clases sociales que ahí se manifiestan.

EL ESPACIO PÚBLICO, DIMENSIÓN MATERIAL DE LA CRISIS DEL ESTADO

Una de las dimensiones materiales de la crisis del Estado es la que se expresa socialmente en el ambiente del espacio público urbano-arquitectónico de la ciudad, particularmente en el Centro Histórico y/o los centros cívicos. Desde el último tercio del siglo xx y lo que va del presente siglo xxi, la crisis del Estado en la Ciudad de México se ha manifestado de singular manera en el Centro Histórico, ya que es también la dimensión espacial de la naturaleza humana a otra escala, y con ello se reconoce una crisis en los diversos niveles nacionales y/o globales.

La expresión de la crisis agravada del Estado se da en el espacio público patrimonial histórico metropolitano del Valle de México (Centro Histórico) a partir del último tercio del siglo xx en el contexto material del sistema complejo ambiental sociourbano de amplio significado y patrimonio social. Ese periodo se ha caracterizado por ser el espacio público urbano actor y escenario de las demandas sociales más sentidas, tanto de la capital del país como de

las diversas entidades federativas y de la nación. Se muestran en paralelo el desempleo y el subempleo del comercio informal, relacionados con las políticas públicas y sus impactos en la entidad del Distrito Federal. Ahí, en el Centro Histórico, se ejerce el uso público de la razón y la legitimidad de los movimientos sociales, así como la crítica al orden establecido desde los espacios patrimoniales históricos culturales, esto es, como la mayor expresión del lugar y la correspondiente contraparte al deterioro ciudadano que trajo consigo el neoliberalismo del sistema mundial.

No es de olvidar por su trascendencia que el primero en la historia que registró el concepto de espacio público fue Aristóteles y lo consideró como “el lugar político” por excelencia. Ahí la sociedad se reunía para evaluar iniciativas sobre la ciudad donde vivía y tomar las decisiones necesarias sobre las formas de vida.⁵ La trascendencia de su evolución fue determinada por la connotación social de los hechos presentados en el sitio, que, como espacio histórico, también construye la historia en cada acto de trascendencia social ocurrido ahí. En lo cultural, político, económico y social, se inicia la consideración del espacio público como objeto y sujeto histórico, y posteriormente preconcebido como libro urbano arquitectónico escrito de manera insobornable, como diría el poeta Octavio Paz al finalizar el siglo xx.

En el análisis conceptual del espacio público destaca la necesidad de explicar el papel social que desempeñan determinados lugares de la ciudad y/o la propia ciudad, así como las diferentes formas de expresión y apropiación del espacio público a través del tiempo. El espacio público ha tenido particularidades en cada etapa histórica de la sociedad, así como en el modo en que se producen los bienes materiales, además de la ideología que da sustento a las formas de supervivencia, situaciones que pasan no sin dejar huella en el lugar.

La esencia del espacio público es social y heterogénea, condicionada por la evolución histórica de la sociedad que va de lo político, económico y cultural, hacia los aspectos y sucesos que determinan su identidad.

EL AMBIENTE CIUDADANO EN EL ESPACIO PÚBLICO

El lugar de la ciudad de gran actividad y ambiente ciudadano de reivindicaciones sociales en los periodos de crisis económicas es el espacio público patrimonial urbano-arquitectónico abierto o cerrado. Las plazas, particularmente el Centro Histórico y/o centros cívicos, o las propias calles, son los sitios de grandes expresiones políticas y de manifestaciones de los sectores y clases sociales. Ahí fluyen las grandes inquietudes y movilizaciones de la población derivadas de los problemas de la economía, la crisis política y los problemas de seguridad pública; esto es, donde se exhiben las convicciones urbanas y regionales con la esperanza de una vida mejor.

Los espacios públicos de la ciudad son aquellos donde la sociedad, golpeada por la crisis, pugna por una existencia ciudadana digna con muestras de identidad urbana a pesar de ser territorios riesgosos en los últimos tiempos, pues el incremento de la descomposición social que el sistema no ha podido resolver lleva a la inseguridad ciudadana de manera latente. Si bien son lugares de demandas también lo son de temores. Ahí se expresan los propósitos colectivos e individuales mediante los movimientos sociales y los convierten en espacios protagónicos de los problemas sociales y foro de reivindicaciones ciudadanas a pesar de las épocas de crisis sociales y el incremento de la inseguridad pública.

Surge luego el ambiente ciudadano en sus más variadas expresiones mediante las marchas de los sectores y clases sociales por los espacios públicos

5 En: <http://www.unalmed.edu.co/~paisaje/doc4/concep.htm> Fecha de consulta: 22 de abril de 2011.

abiertos de la ciudad.⁶ Hacen de esos espacios públicos lugares de reivindicaciones económicas, sociales y de educación, sucesos que acontecen desde el último tercio del siglo pasado a la fecha en la Ciudad de México. Paralelo al fenómeno social surgido de la crisis, en esos espacios de la ciudad de gran afluencia peatonal, se instalan los desempleados y subempleados como vendedores ambulantes para subsistir ante la carestía de la vida.

La crisis, que abarca todos los aspectos de vida de la ciudad, incluye los relacionados con la educación en todos los niveles académicos.⁷ Llama la atención la toma de las calles por los estudiantes rechazados —ante la falta de espacios educativos— de los grados medios y superiores porque buscan en la educación la posibilidad de una vida mejor, mediante el estudio primero y el trabajo después. Antes se manifestaban en las propias unidades académicas o en los centros de trabajo, luego por las calles para

terminar las marchas en el Zócalo de la Ciudad de México; y ahí denunciaban la incapacidad de la administración pública para resolver los problemas económicos, educativos y políticos. La crisis económica no sólo es la mutación del trabajo y el surgimiento del “hombre superfluo” que la competencia y la gran industria de vasta sobreproducción de artículos y medios de consumo envían a las calles a la mercancía de la fuerza de trabajo; también sucede con quienes pretenden prepararse profesionalmente para ingresar al mercado de trabajo ahora sobresaturado paradójicamente con el aumento de las necesidades sociales no satisfechas. Aparece también el hombre de estudios “superfluo”, similar al que despide la industria.

Cuando no son las huelgas en las fábricas las que paralizan los espacios urbanos de trabajo de la ciudad, lo es el cierre definitivo de empresas, lo cual provoca que la manifestación se extienda a las ca-

6 Con los informes de la Secretaría de Gobierno del Distrito Federal, en el periódico *La Jornada* apareció el día 11 de febrero de 2008 la siguiente noticia: “Más de 12 millones de personas se manifestaron en el DF durante 2007”. Realizaron 2 932 movilizaciones: 892 fueron de ámbito local, 1 582, federal, y 458 de otro tipo. (8.03 movilizaciones diarias).

La nota completa que da la periodista Bertha Teresa Ramírez en dicho diario fue como sigue: “Durante 2007, cerca de 12.5 millones de personas realizaron 2 932 movilizaciones sociales en la vía pública para expresar sus demandas, quejas o inconformidades con acciones gubernamentales, entre las que destacan la dotación de energía eléctrica, educación, demandas laborales, políticas, agrarias, jurídicas, de salud y de transporte, revela el más reciente informe sobre marchas en la capital del país de la Secretaría de Gobierno del Distrito Federal.

De acuerdo con este reporte, del total de movilizaciones, 892 correspondieron al ámbito local, mientras que 1 582 al federal y 458 más a otro tipo de eventos. Para lograr que sus demandas fueran escuchadas, los actores de estas manifestaciones recurrieron a diversas formas de expresión: de acuerdo con las cifras de la Dirección General de Concertación Política y Atención Social y Ciudadana, dependiente de esa secretaría, el total de movilizaciones se clasificó en 1 158 concentraciones, 466 bloqueos, 368 marchas, 336 mítines, 48 caravanas, 37 reuniones agendadas, 35 plantones, 22 tomas de instalación, 3 huelgas de hambre, una protesta individual y 458 eventos distintos.

Con base en el informe anual de movilizaciones, de enero a diciembre de 2007, se reportaron 892 expresiones en la vía pública con demandas de tipo local, a las que asistieron 150 322 personas; en tanto que las federales sumaron 1 582 movilizaciones y asistieron 882 525 personas; en cuanto a otros eventos, donde se encuentran actividades deportivas, religiosas y culturales, éstas sumaron 458 y acudieron 11 316 724 personas, detalló la dependencia.

Durante el periodo que se informa hubo 466 bloqueos, de los cuales 227 fueron locales y 239 federales; 48 caravanas; 1 156 concentraciones, 3 huelgas de hambre; 368 marchas; una protesta individual al gobierno federal; 336 mítines; 35 plantones; 22 tomas de instalaciones; 37 reuniones agendadas, todas ellas relacionadas con demandas federales en la mayoría de los casos.

Respecto a las movilizaciones que hubo en el primer mes de 2008, se registraron 194, las cuales se dividieron en 91 concentraciones, 18 marchas, 5 mítines, 10 plantones, 48 bloqueos viales, 10 bloqueos de acceso a instalaciones y 12 caravanas.

Del total de las movilizaciones 107 correspondieron a demandas al gobierno federal y 87 al gobierno local.

En las cuatro semanas registradas del 31 de diciembre al 3 de febrero del presente año, el tiempo de atención de las dependencias federales a las demandas fue en promedio de más de 10 horas en los bloqueos a vialidades primarias. En tanto que el gobierno local atendió en un promedio de tres horas a los manifestantes.

En: <http://www.jornada.unam.mx/2008/02/11/index.php?section=capital&article=038n1cap>

7 El problema educativo relacionado con el trabajo, la seguridad o la guerra allende las fronteras se ha expresado no hace mucho en Francia, España, Chile y en México en las últimas décadas.

lles y demás espacios públicos. Los desempleados, dedicados luego al comercio ambulante en las aceras y calles, exhiben el fracaso de la industrialización como generadora de trabajo para dar paso a una robotización y automatización *des-empleadora*. Cuán profunda muestra ser la crisis del sistema y el modelo de desarrollo, que los gobernantes no logran reconocer la inoperancia de los equívocos instituidos en leyes y reglamentos ni observan el desastre a que han llevado al país en más de dos décadas al aplicar un proyecto de nación dirigido al exterior y descuidar las relaciones sociales de producción al interior del país.

Diversos sectores sociales muestran la forma y uso del espacio público urbano y el ambiente en las condiciones de vida de los habitantes de la ciudad como los heterogéneos niveles de participación y/o exclusión ciudadana. Expresan la falta de oportunidades que el sistema niega y la incapacidad de éste para generar o propiciar el empleo que demanda la sociedad en crisis. Es el espacio público patrimonial histórico el lugar del ambiente de crisis por un lado, y por el otro, de la necesaria lucha social por mejorar las condiciones de existencia y la esperanza de una vida digna. Ese espacio público es el espejo cotidiano de la crisis del trabajo, pero también del capital y de la Ciudad de México y el reflejo de las condiciones de existencia de sus habitantes con problemas como del resto de la república, en creciente descomposición social, particularmente en el norte del país.

En el último tercio de siglo xx y la primera década del presente siglo xxi el Centro Histórico acrecentó su esencia y naturaleza con el surgimiento del *am-*

*biente*⁸ sociourbano en el área objeto de estudio, que a su vez fue resultado del ingreso de nuestro país en el proceso de globalización y en el que ahora ahí, el Centro Histórico, *protagoniza*⁹ los problemas nacionales más agudos. Brota ese ambiente sociourbano, territorio-sociedad, pero también surge la actividad y la movilización social en el sitio histórico donde se continúa escribiendo la historia en el contexto de las referencias urbano-arquitectónico de identidad nacional.

La explicación del fenómeno sociedad-territorio aparece en el espacio público mediante el protagonismo del Centro Histórico, que critica severamente al Estado en ese entorno sociourbano, cultural, patrimonial de identidad nacional, como espacio actor de los problemas sociales y los nuevos sucesos de la vida del país. Emerge, en el espacio central más antiguo de la capital de la república, la expresión de la crisis urbana más que en otro sitio del país. Se presenta como el lugar difícil de salvaguardar, de restaurar y rescatar, acorde con las recomendaciones de los organismos nacionales e internacionales relacionados con el patrimonio urbano-arquitectónico, pero que su salvaguarda es la propia acción social en el territorio urbano del sitio patrimonial del Centro Histórico.

El rescate social y político del Centro Histórico —distinto a la visión de las academias y del criterio oficial del espacio tradicional de poder— lo materializa la sociedad civil como un acontecimiento inédito. Si en la actualidad quien tiene la información y la comunicación tiene el poder (Castells, 2010), el Centro Histórico de la Ciudad de México ocupado por la sociedad civil, es otra fuente directa

8 Los problemas ambientales cubren, por un lado, una gama de aspectos que van desde la contaminación de la atmósfera (por el uso de combustibles fósiles) o del agua, en ríos y mares, así como por los desechos de la industria o la ausencia de tratamiento de las aguas de drenaje de las localidades; por otro lado, el deterioro de la vida urbana, bien del medio físico urbano-habitacional y las condiciones de vida regional o bien el ambiente que surge de los problemas de la economía, la política social y cultural de la ciudad o la metrópoli. Así como la industrialización ha devastado la naturaleza del planeta, también lo hizo con la otra naturaleza, la naturaleza humana, resultado de las formas de acumulación del sistema. Es luego, el ambiente sociourbano, uno de los conceptos clave y/o categoría de análisis, el que orienta la investigación.

9 Protagonista y/o espacio actor, metafóricamente sea dicho.

de comunicación y poder, pues se presenta como la potestad popular en el espacio urbano del Centro Histórico en contraposición al poder mediático de las formas de comunicación electrónicas con amplio dominio contemporáneo nacional y allende las fronteras. En la incipiente sociedad civil y/o sujeto de estudio que ahí aparece en las últimas décadas se expresa el poder en lo social, lo político, lo económico y lo cultural.¹⁰

El sitio que critica (metafóricamente sea dicho) al sistema como el lugar crisol de los movimientos sociales y espacio actor de los grandes problemas sociales de la metrópoli y del país es el Centro Histórico, demostrado así en las últimas décadas. Pero también el territorio es parte del proceso de comunicación que desafía las formas de poder en los diversos campos de las prácticas sociales, entre las que se incluye la práctica política de la incipiente sociedad civil (en aras de su consolidación) y del Estado. El Centro Histórico que critica al sistema mediante la comunicación que confiere el Zócalo del sitio urbano-arquitectónico patrimonial, desafía las relaciones de poder de la sociedad-territorio y pone en entredicho las prácticas y políticas públicas del Estado.

El potencial protagónico del espacio público del Centro Histórico como una de las dimensiones espaciales de la crisis del Estado también se puede observar en numerosos países y aparece en el último tercio del siglo pasado y lo que va del actual siglo XXI. Ese potencial —ahora en descenso—, que fue un atributo del Estado como una relación de actores subordinados durante décadas, se debió a que fue puesto en entredicho por un sinnúmero de expresiones contestatarias de la ascendente sociedad civil en el Centro Histórico de la Ciudad de México. En ese periodo de análisis, las constantes manifestaciones en este sitio, considerado patrimonio histórico de la humanidad, llevaron a un

proceso de cambio institucional de la imagen y uso del Centro Histórico por la pérdida de poder de la clase política gobernante en el dominio del área urbana. La crisis del Estado es la expresión propia de inseguridad pública que moviliza grandes sectores sociales tanto en el Centro Histórico de la Ciudad de México como en numerosas ciudades del país, hecho demostrado recientemente en los primeros días del mes de mayo del 2011.

El velo de la restauración que ha llevado a cabo el Estado en el Centro Histórico, como mecanismo de encubrimiento del ambiente sociourbano crítico del propio Estado, ha tenido una parcialidad difícil de superar al surgir ese espacio como enclave de las luchas sociales contestatarias de las clases sociales que han reivindicado mejores condiciones de vida, perdidas desde el último tercio del siglo XX. No pudieron remodelar el espacio del Zócalo en el año 2000 mediante una propuesta de diseño del área, surgida de los arquitectos y urbanistas “orgánicos” del sistema. La propuesta vino del seno académico universitario como legitimidad inequívoca para la anhelada restauración del lugar, pero sin éxito ante una realidad sociourbana no considerada en la propuesta restauradora.

LA COMPLEJIDAD DEL AMBIENTE SOCIOURBANO

Al ambiente del espacio público del Centro Histórico como la dimensión material de la crisis del Estado se suma la complejidad del entorno sociourbano, cuestiones que sólo pueden comprenderse por medio de un conocimiento interdisciplinario de la vida urbana. Sin embargo ello abre perspectivas de investigación en aquellos espacios más representativos determinados por el sujeto social. Una propuesta metodológica interdisciplinaria podría unificar el conocimiento del objeto de estudio articulado con el sujeto

10 Los sucesos en los países árabes en el 2011 muestran cómo los centros cívicos y/o los centros históricos son espacios de comunicación y poder popular al grado de cambiar gobiernos.

social inherente a este fenómeno, es decir, podría vincular el sitio patrimonial histórico cultural con el ambiente sociourbano ahí creado. De la complejidad ambiental como forma de análisis, esto es, desde la perspectiva del sistema complejo, se pueden encontrar variables que en una sola disciplina no aparecen. Esta es la posibilidad de explicarse con la mayor objetividad posible el tema planteado y la dimensión material de la crisis del Estado, evidenciada una y otra vez con los hechos de las últimas décadas.

Tenemos luego que las políticas públicas relacionadas con la problemática medioambiental han mostrado limitaciones al no lograr los resultados esperados, particularmente en las estrategias ambientales sociourbanas. El impacto del desarrollo industrial —con más de dos siglos de existencia en el planeta, y más de una centuria en nuestro país— destaca por los resultados devastadores, aún sin resolver ni en el medio natural ni en el marco de las políticas sobre el espacio público del ambiente sociourbano. El último tercio del siglo xx y lo que va del xxi muestra la magnitud de la problemática enunciada en este ensayo.

La complejidad sociourbana en uno de los sitios urbanos bastante problematizado muestra la necesidad de “Explicar lo visible complejo por lo invisible simple” (Jean Perrin, citado por E. Morin). Por tanto, la Ciudad de México es la expresión material del carácter ideológico de las políticas públicas del Estado mexicano; corresponde al discurso contradictorio de las diversas disposiciones normativas instituidas de índole federal y los preceptos locales de organización del espacio urbano y se orienta por un desenvolvimiento, donde se asienta la metrópoli y las formas y organización de la vida urbana.

La crisis de ciudad se muestra en su expansión física sin el ordenamiento del ambiente territorial y se expresa con los diversos movimientos sociales urbanos (Borja, 1975: 16-17). Las principales contradicciones del desarrollo urbano van en detrimento de los sectores sociales desprotegidos y mayoritarios, lo cual tiene como resultado la aparición del ambiente sociourbano crítico, hecho que se desenvuelve con

mayor incidencia en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Estas contradicciones tienen su origen en el carácter de las inversiones del capital y sus formas de acumulación, pues se realizan en pro de la rentabilidad y no de las necesidades sociales, además de la competencia anárquica de los agentes urbanos.

La respuesta a la apropiación privada del suelo urbano en contraposición al uso social que demanda la sociedad urbana es la adjudicación colectiva de los espacios abiertos en el ambiente histórico del espacio patrimonial del centro de la ciudad. La reproducción de las fuerzas productivas, la fuerza de trabajo en particular, que ya no garantiza la ciudad del capital, es la demanda central de los movimientos sociales urbanos en el Centro Histórico. Todo parece indicar que en la medida que aumenta la composición orgánica del capital, como una necesidad de las formas de acumulación en los espacios abiertos críticos de la ciudad, se incrementa también el entorno crítico del sitio histórico.

Las condiciones de vida de los habitantes de la Ciudad de México hacen improductiva a la metrópoli y empeoran de manera acelerada, aunadas al proceso de deterioro de la ocupación del espacio ciudadano. Por otro lado, la ciudad se paraliza con frecuencia y las obras de ingeniería urbana no logran rebasar ni menos superar la situación de estancamiento. El medio natural del Valle de México se redujo a su mínima expresión mientras que el ambiente social sufre alteraciones hacia una mayor descomposición.

La dicotomía social y urbana en ascenso en la metrópoli y el país debido a las desigualdades regionales y ciudadinas genera la contradictoria relación sociedad-territorio. En tanto la sociedad no se organice, tampoco se logrará regular y ordenar el espacio urbano y regional. Es la escisión de la existencia ciudadana, del objeto urbano más que del sujeto civil y se expresa en el alto grado de desempleo y los bajos salarios de los que se derivan la inseguridad pública y privada y la preocupante disgregación social en ascenso. Se muestra en los problemas del transporte y la vialidad que complican el proceso productivo, también en el alto índice de corrupción

en la administración pública y privada y en una democracia que nunca logra consolidarse a pesar de los diversos medios de gestión y las numerosas formas de participación social.

La crisis también se manifiesta en la insuficiente infraestructura urbana relacionada con la educación, particularmente en el nivel medio y superior, y en las deficiencias de las instituciones de salud pública y los altos costos de la medicina privada, que repercuten en los términos de productividad de una metrópoli. El marco de la crisis lo completa, en rigor, la mutación del empleo que hace al *hombre superfluo* como nunca antes, fenómeno que se presenta desde hace más de dos décadas en nuestro país y en casi todas las naciones del mundo incluyendo la mayoría de las más desarrolladas (Forrester, 2000).

La crisis del trabajo es agravada por la existencia de un sindicalismo deteriorado o corporativizado como acta de defunción del propio empleo. Es también lo que se refleja en el rompimiento metropolitano con la gran segmentación y falta de funcionalidad de la urbe, como la misma segregación social que la constituye. El ambiente sociourbano motiva a la sociedad civil a asumir un carácter contestatario que da cuenta de la situación en los espacios públicos y centrales de la ciudad, una y otra vez, en las últimas décadas del siglo pasado y que continúa en el presente. Luego es el surgimiento y permanencia ya de un entorno crítico que tiene como sustento real en el protagonismo del Centro Histórico de la Ciudad de México, lugar de historia viva que registra y testimonia los problemas pasados y actuales de la nación. Las demás localidades del país, desde grandes y medianas hasta las más pequeñas, padecen en mayor o menor grado dificultades similares en la desvalorización del trabajo.

CONCLUSIÓN

En el Centro Histórico se muestra la dimensión material de la crisis del Estado. Expresa las relaciones de poder político, social y económico, creadoras del ambiente sociourbano, tanto porque surge vir-

tualmente del espacio edificado como porque son causadas por los actores sociales urbanos. Un poder que, detentado por el Estado mexicano durante décadas, ha generado otro en oposición que se manifiesta en ese espacio patrimonial urbano-arquitectónico de identidad nacional por ser el espacio de comunicación de la sociedad civil en proceso de consolidación y por la presencia de los sectores y clases sociales afectadas por el sistema.

El protagonismo que ha tenido el Centro Histórico de la Ciudad de México durante varias décadas, desde el último tercio del siglo xx, transformó la función de objeto urbano histórico y estético en la misión y expresión del actor social de los grandes problemas del país y de la metrópoli. Este fenómeno ocurrió al articularse la sociedad civil contestataria con el espacio urbano histórico, lugar donde se asienta gran parte del patrimonio tradicional y donde se ubican las raíces culturales de identidad nacional. La vinculación de las acciones colectivas ciudadanas de los sectores y clases sociales afectados por el sistema capitalista con el Centro Histórico, hacen protagónico este espacio de la ciudad como actor sociourbano en la vida política, económica y cultural de la metrópoli. Estamos ante la historia del Centro Histórico que es también la historia de las luchas sociales, de “la lucha de clases” parafraseando a los clásicos de la crítica a la economía política del siglo xix.

Por lo tanto, se puede afirmar que el Centro Histórico va más allá de ser depositario de la historia y un lugar donde se guarda la mayor parte del pasado cultural de una ciudad y una nación, pero, ¿cómo explicar que en este sitio, patrimonio de la humanidad, se expresen numerosos y diversos acontecimientos en las últimas décadas relacionados con la impugnación al modelo de desarrollo económico y al propio sistema político del Estado mexicano? Estamos luego ante un fenómeno mayor que los resultados electorales presidenciales cuestionados por amplios sectores sociales en la década de los ochenta y en la primera década del presente siglo. A la vez, ¿cómo interpretar el protagonismo del Centro Histórico y las reveladoras imágenes urbanas de territorio y sociedad de más de tres décadas que dan cuenta de

la función inédita del espacio urbano-arquitectónico durante las crisis de la economía, la política y el deterioro social que trajeron consigo esas crisis? Surge luego el ambiente sociourbano crítico del sistema en el espacio público del Centro Histórico, el espacio crisol de los movimientos sociales y la crítica al

Estado, que se polarizó de benefactor social surgido de la Revolución Mexicana a protector del capital nacional y transnacional. A lo largo de este fin de siglo ha surgido la dimensión espacial y material de la crisis del Estado en las expresiones ambientales del Centro Histórico de la Ciudad de México.



Fig. 1. Marcha por la paz en Ciudad de México, 08-mayo-2011.



Fig. 2. Marcha por la paz 08-mayo-2011.



Fig. 3. Ambiente sociourbano del Centro Histórico de la Ciudad de México.
De 1980 al presente siglo.

FUENTES CONSULTADAS

- Borja, Jordi (1975). *Movimientos sociales urbanos*, Siap-Planteos, Buenos Aires.
- Cantú Chapa, Rubén (2000). *Centro Histórico, Ciudad de México, medio ambiente sociourbano*, Plaza y Valdés, México.
- _____ (2005). *Globalización y Centro Histórico, Ciudad de México*, Plaza y Valdés, México.
- _____ (2009). *Centro Histórico crítico, el ambiente sociourbano, Ciudad de México*, Plaza y Valdés, México.
- _____. “Las calles, grietas de la crisis ambiental (III)”, Sección Metropolitana, *Excélsior*, México, 31/X/05.
- Castells, Manuel (2010). *Comunicación y poder*, Alianza Editorial, 1ª reimp., España.
- Folodori, Guillermo et ál. (2005), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, UAZ-Porrúa, México.
- Forrester, Viviane (2000). *Una extraña dictadura*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Leff, Enrique (comp.) (1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa/UNAM, Barcelona, España.
- Leff, Enrique (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*, Siglo XXI.
- O'Connor, James (1998). *Causas naturales*, Siglo XXI.

Páginas de internet:

- [En línea] Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2008/02/11/index.php?section=capital&article=038n1cap>
- Rolando García. *Interdisciplinaridad y sistemas complejos* [En línea]. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/garcia01.pdf>, p. 1. Fecha de consulta: marzo 2010.
- [En línea] Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/~paisaje/doc4/concep.htm> Fecha de consulta: 22 de abril de 2011.

Los territorios de las ciudades... en la insustentabilidad

2

Roque Juan Carrasco Aquino
Ramón Rivera Espinosa
Hena Andrés Calderón
Marcos Bonilla González

*Cuenta el abuelo que de niño
él jugó
entre árboles y risas y alcatraces de color
recuerda un río transparente sin olor.
Donde abundaban peces, no sufrían
ni un dolor.
Cuenta el abuelo de un cielo
muy azul
en donde voló papalotes que él
mismo construyó
el tiempo pasó y nuestro viejo ya murió
y hoy me pregunté después de tanta
destrucción
dónde diablos jugarán, los pobres niños...
La tierra está a punto de
partirse en dos
el cielo ya se hartó, ya se ha roto
el llanto gris.
La mar vomita ríos de aceite
sin cesar...*

*Dónde jugarán los niños, Maná
Primavera 1992, México, DF*

INTRODUCCIÓN

Partir de un concepto como el de *ciudad*¹ —por cierto aún no del todo acabado— nos obliga a involucrarnos de distintas maneras en la búsqueda del significado que ha ido adquiriendo en los últimos años de la presente década, a brindar una nueva definición de la misma. Por otra parte, aproximarnos a los elementos que constituyen a la ciudad de nuestro tiempo sería un acierto para comprender sus partes en el contexto de la totalidad (entendida como el conjunto de las relaciones sociales en el cual se reproduce la ciudad, en el modo de producción dominante que la está determinando); en otras palabras, conocer la concatenación de sus múltiples relaciones con los procesos que la van identificando y la hacen más específica, hasta llegar a las particularidades que la componen como concepto propiamente dicho, podría ser el camino que nos ayudaría a contextualizar un hecho histórico determinado por las formaciones sociales de las que surge la ciudad como una abstracción que toma concreción en el marco de la sociedad.

Si hemos de analizar la ciudad como un hecho histórico, entonces debemos remitirnos a las transformaciones que a lo largo de la historia la han caracterizado como una serie de procesos vinculados con las relaciones sociales, económicas, políticas, culturales, ideológicas, etc. Si es en ese sentido y bajo la premisa de que la ciudad se va transformando en una sociedad dinámica que la conformará en sus diferentes expresiones, podemos plantear que ésta es moldeable de acuerdo con las necesidades que exige la sociedad. Claro está que se trata aquí de las necesidades de quienes tienen o están vinculados a la toma de decisiones en lo jurídico-político.

Ante esta forma de concebirla, construirla y gestionarla en el marco de la *sustentabilidad*, la ciudad se ha convertido en un espacio donde todo se confunde con la idea de interrelacionar más que de dar prioridad a los tres ámbitos que se han impuesto como una hegemonía del capitalismo: lo económico, lo social y lo ambiental. Bajo este esquema ideológico se intenta cubrir la ilusión de las instituciones internacionales para someter aún más a los pueblos de América Latina, Asia y África.

El objetivo de esta investigación es aproximarnos a algunas hipótesis de trabajo que nos ayuden a comprender el concepto de ciudad dentro de las diferentes escuelas de pensamiento siguiendo la trayectoria histórica. Sin embargo, no abarcaremos desde el origen mismo de la ciudad, porque esto conlleva un trabajo arduo y sinuoso que implicaría otras instancias y no lograría la finalidad del presente documento. De ahí, entonces, la búsqueda de elementos que componen y desarrollan las partes internas de la ciudad; será desde la totalidad de los procesos, sus componentes internos y externos, así como de las piezas clave que adquiere en cada momento histórico dentro de las relaciones sociales de producción, que se irá determinando qué tipo de ciudad es la que vivimos ahora. El proceso de abstracción, como método de trabajo bajo el cual desarrollamos nuestro análisis, parte de lo general para llegar a las particularidades de los fenómenos que se expresan en la ciudad. Este es el reto del presente ensayo.

El estudio que haremos indudablemente parte de algunas de las concepciones ideológicas de las escuelas (la sociológica, la arquitectónica —de Venecia—, la económica, etc.) que, sin duda, han aporta-

1 Decimos que no es del todo acabado porque a nuestro juicio el concepto propio de *ciudad* hoy en día no puede ser una abstracción que esté definida por simples apariencias de las formas que la componen, como no lo podrían ser tampoco las expresiones fenomenológicas en lo físico de sus manifestaciones arquitectónicas, sino por el contrario, la concreción que van adquiriendo en cada periodo histórico. Actualmente, *ciudad* debiera ser un concepto o una herramienta metodológica que nos explicara bajo una perspectiva revitalizadora los términos de sus componentes, en las expresiones de sus múltiples fenómenos contradictorios en cada periodo histórico determinado. Sin embargo, es necesario entonces darle una connotación que se aproxime cada vez más a las especificidades de su transformación en cada proceso del devenir histórico.

do los elementos metodológicos para comprender la ciudad con sus determinaciones en cada periodo histórico. Para continuar la tradición y el aporte de ideas ponemos a discusión este material, pues estamos seguros de que las críticas, comentarios y sugerencias habrán de enriquecer este trabajo. Para ello a continuación proporcionamos un mapa de los objetivos que nos hemos propuesto:

1. Replantear el concepto mismo de *ciudad* desde los elementos que la han identificado como un concepto transformable, así como desde aquellos momentos históricos en que jugó el papel de *paradigma* metodológico dentro de las diferentes escuelas de pensamiento.
2. Analizar un periodo considerado como el más reciente: el de la década de 1960, pasando por los últimos años, hasta llegar al periodo de 1990.
3. Estudiar las transformaciones que ha tenido el concepto de *ciudad*; qué aplicaciones y qué significado tenía en la década de 1960 y qué nuevas formas ha venido tomando en los últimos años.

Este trabajo es un avance de varios borradores en los que hemos pretendido contextualizar el nuevo significado de *ciudad*. De aquí partiremos para iniciarnos en la comprensión de los otros elementos que la caracterizan como una parte dentro de la totalidad de las relaciones sociales de producción: la región, la urbanización, el fenómeno urbano, etcétera.

A continuación brindamos algunas definiciones de *ciudad* que pretendemos sean los pilares de nuestro sustento teórico-metodológico sucesivo.

CONCEPTOS SOCIOLÓGICOS DE LA CIUDAD, ALGUNOS PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS

Los estudios que ha aportado la escuela sociológica han influido, sin duda, en la concepción teórica de la ciudad. Las aportaciones de Henri Lefebvre (1969) y Manuel Castells (1976), entre otros, fueron bien recibidos por las corrientes que veían en sus análisis los elementos que en ese momento daban pautas para debatir conceptos que aún estaban en entredicho con la misma realidad. De esta manera, hemos retomado algunos conceptos que abrirán seguramente la discusión y algunas críticas que, muy probablemente, ayudarán a elaborar en breve nuevos trabajos de investigación de rigor teórico metodológico. Partimos entonces con el primer punto de vista desde la óptica de Lefebvre:

El concepto de ciudad ya no corresponde a un objeto social. Es, pues, sociológicamente un seudoconcepto [...] la realidad urbana aparece hoy más bien como un desorden —que esconde un orden a descubrir— que como objeto [...] Antes que la de un objeto dado delante de la reflexión, la realidad del fenómeno sería la de un objeto virtual. Si hay un concepto sociológico es el de la *sociedad urbana*, por tanto, no depende solamente de la sociología. La sociedad urbana toma forma con su orden y desorden específicos. Esta realidad comprende un conjunto de problemas: la problemática urbana.²

En esta cita Lefebvre plantea que: “la realidad urbana aparece hoy como un desorden...”. En las próximas notas trataremos de aclarar que este desorden tiene su propia lógica. Al parecer dentro de los marcos económicos, políticos y sociales se presenta, más que un desorden, un *orden* que busca un significado dentro de aquellas relaciones sociales en las cuales se desarrolla. Por lo tanto, la problemática urbana³

2 Lefebvre, citado en: Bettin (1982: 130).

3 Este elemento de la problemática urbana no lo trataremos en este apartado, posiblemente en un futuro volveremos a retomar la idea central de este proceso como parte de las contradicciones del problema o del fenómeno urbano o del proceso de la urbanización para cierto modo de producción, por lo que no entraremos en detalles para no perdernos en el ya lastimoso concepto de ciudad. No obstante, esto no quiere decir que no separemos con rigor científico los conceptos de *la ciudad* y *lo urbano* cuando estos elementos son partes de una totalidad del proceso en cuestión. No es el método de la parcelación lo que delinea el trabajo, por el contrario, es converger e incidir en los fenómenos que más han evidenciado las especificidades de estos problemas.

a la que se hace referencia también dista de tener un orden cuando los planteamientos de las contradicciones del proceso de la problemática urbana van dando las pautas para comprender que en última instancia son las múltiples relaciones materiales y los agentes económicos vigentes y actuantes los que intervienen en esta dinámica, y que al mismo tiempo transforman esa realidad del territorio, donde toma cuerpo la problemática urbana y la ciudad materializada por sus procesos objetivos de la sociedad.

Sin embargo, Lefebvre continúa tratando de contextualizar la especificidad de la ciudad sin dejar de lado el fenómeno urbano:

Sólo en la actualidad comenzamos a aprehender la especificidad de la ciudad (de los fenómenos urbanos). La ciudad mantuvo siempre relaciones con la sociedad en su conjunto, con su composición y funcionamiento, con sus elementos constitutivos (campo y agricultura, poder ofensivo y defensivo, poderes políticos y estados, etc.), con su historia (1969: 64).⁴

Siguiendo nuevamente al autor, sobre todo para la búsqueda del significado de la ciudad propone nuevamente otra característica del concepto:

La ciudad se transforma no sólo en razón de procesos globales relativamente continuos (como el crecimiento de la producción material a lo largo de las épocas con sus consecuencias en los cambios, o el desarrollo de la racionalidad) sino en función de modificaciones profundas en el modo de producción, en las relaciones campo-ciudad, en las relaciones de clase y de propiedad (71).

De lo anterior, entonces, se aproxima cada vez más hacia su definición del concepto:

La ciudad y lo urbano no pueden comprenderse sin las instituciones salidas de relaciones de clase y de propiedad [...] una primera definición de la ciudad como proyección de la sociedad sobre el terreno, es decir, no solamente sobre el espacio sensible sino sobre el plano específico percibido y concebido por el pensamiento, que determina la ciudad y lo urbano... asimismo la segunda definición: "...la ciudad como conjunto de diferencias entre las ciudades" (71-75).

El concepto o definición anterior que Lefebvre presenta en su momento logró penetrar en la discusión de los teóricos de la ciudad. Este proceder ayuda a plantearnos las nuevas concepciones que estos elementos han aportado para comprender lo que a nosotros nos interesa sobre la ciudad. Sin embargo, su primera definición "la ciudad como proyección de la sociedad sobre el terreno..." deja muchas lagunas que no nos ayudan en sentido práctico a entender las relaciones que presenta la ciudad, incluso en la misma época en la cual definió su concepto.

Por su parte, Manuel Castells, quien ha tenido una influencia importante en el círculo de los investigadores urbanos a lo largo de la década de 1970, tanto en Europa como en América Latina en la historia del urbanismo, de la ciudad y de la cuestión urbana en general, propone:

[...] la ciudad es el lugar geográfico donde se instala la superestructura político-administrativa de una sociedad que ha llegado a un tal grado de desarrollo técnico y social (natural y cultural) que ha hecho posible la diferenciación del producto entre reproducción simple y ampliada de la fuerza de trabajo, y por tanto, originado un sistema de repartición que supone la existencia de: 1) un sistema de clases sociales; 2) un sistema político que asegure a la vez el funcionamiento del conjunto social y la dominación

4 En este apartado el propio Lefebvre persigue un elemento que sí nos parece un punto importante: "... si hay producción de la ciudad y relaciones sociales de la ciudad, ello no es otra cosa que producción y reproducción de seres humanos por seres, mejor aún que producción de objetos. La ciudad tiene una historia..." (64-65).

de una clase; 3) un sistema institucional de inversión, en particular en lo referente a la cultura y a la técnica; y 4) un sistema de intercambio con el exterior... (Castells, 1976).⁵

Esta propuesta de ciudad nos conduce hacia un concepto, en términos de la constitución de la misma, como la expresión de un sistema, pero no la ubica ni trata de explicar el porqué es un sistema de clases, de dominación, de instituciones y de intercambio con el exterior. A nuestro juicio debería partir de las contradicciones de la lucha de clases que se inserta en el desarrollo del modo de producción del capitalismo dominante tardío o monopolista. Pero sí nos puede ayudar a descifrar parte de las contradicciones que se producen al interior de la ciudad, y no solamente en ella, sino con las fuerzas externas que la conforman. Más adelante trataremos de ver que hoy día ya existen otros elementos y variables externas, mismas que están incidiendo en la constitución de la ciudad capitalista contemporánea.

La idea de ciudad, como plantea Castells, nos acerca a una mayor diversificación del concepto que tratamos de comprender y que en estos últimos años está en constante transformación, pero no solamente sus partes internas o su expresión territorial está cambiando, sino que se está impulsando hacia una nueva forma y hacia la manifestación de las contradicciones que ha ido desarrollando; no es la ciudad en sí misma como lo expresara Castells, sino el contexto de las transformaciones de las actuales relaciones sociales de producción. Actualmente, el orden mundial basado en la conformación de bloques económicos, de control del mercado internacional y de otros parecidos, es lo que incide para tomar en cuenta las actuales manifestaciones económicas, políticas, sociales y territoriales en el marco de la división social y territorial de la fuerza de

trabajo: unos países pierden y otros ganan a expensas de un sacrificio de las mayorías (Galeano, 1982).

De las contradicciones de la ciudad a sus formas ideales

A continuación plantearemos los enfoques de los arquitectos italianos que sin duda también influyeron con sus posiciones ideológicas para encontrar algunas definiciones del concepto de ciudad en el marco de las diferentes interpretaciones y escuelas de pensamiento sobre dicha idea:

La concentración de actividades diversas, la creciente especialización de éstas, la integración cambiante respeta el poder más o menos en *expansión*, todo ello en relación continua con aquella primitiva actividad que es la residencia, forman las causas económico-sociales de aquellos efectos que constituyen, sin duda, la característica cualitativa de una ciudad: la comparecencia de espacios físicos bastante diversificados, utilizados en momentos distintos (a lo largo del día o de otra dimensión temporal) por un determinado volumen de habitantes (Aymonino, s.f.: 2).

Analizando con detalle las citas, éstas tienen un común denominador acerca de la ciudad, como expresión de la sociedad en el territorio. Sin duda es una pieza importante el territorio y además considerar que el suelo es la base donde la ciudad se levanta o el cimiento de la sociedad para edificar lo que a su manera podría construir. Sin embargo, aquí ya interviene un elemento que hace diferenciar a los autores mencionados: el volumen de habitantes. Empieza a considerarse que los habitantes juegan un papel importante en la construcción de la ciudad; si bien esto es cierto, no lo es del todo con el peso y la razón suficientes para considerar que son los habitantes quienes modifican la ciudad.

5 En el fondo coincide con Lefebvre al plantear que la "...ciudad es el lugar geográfico donde se instala la superestructura de una sociedad...". Lefebvre (1969) abunda en lo mismo al decir que la ciudad es "... la proyección de la sociedad sobre el terreno...". Más o menos llegan al punto de partida sobre sus propuestas de que la ciudad es una proyección de la sociedad.

Al plantear otra idea de ciudad llegamos al concepto que en primera instancia planteó Aymonino:

La ciudad es pues un lugar artificial de historia en la que cualquier época (cualquier sociedad capaz de diversificarse de su precedente) intenta, mediante la representación de sí misma, lo imposible, simbolizar aquel momento determinado, más allá de las necesidades y de los motivos contingentes por los que los edificios fueron construidos (s.f. : 2).⁶

La ciudad por sí misma no puede simbolizar el porqué los edificios fueron construidos. Por el contrario, existen fuerzas concretas que han determinado y han hecho de la ciudad lo que hoy tenemos bajo “nuestros pies”. Un modo de ver la ciudad que nos permite aún caminar entre sus mares de asfalto y selvas de estacionamientos en movimiento constante. Sin embargo, Aymonino no dice nada de aquellos que están a la orden del día con la especulación del suelo urbano: los dueños del capital bancario, industrial, inmobiliario, etc., que son quienes determinan ya no lo artificial, sino lo concreto de la materialidad de la ciudad.

Para seguir con otro de los arquitectos de la escuela de Milán —Aldo Rossi— ponemos a consideración algunas de sus ideas: “...la ciudad está formada espacialmente por un conjunto de barrios...” (Rossi, Consideraciones: 6); y más adelante define lo que es el *barrio* para introducirlo en la definición de la ciudad, tratemos de entender la expresión entonces:

[...] podemos decir que el barrio se explicó con un criterio social, fundado en el principio de la división o segregación de clase y en las funciones económicas, es decir, en un modo concreto de vida urbana que, a su vez, da al nombre de barrio un valor efectivo, a menudo apoyado por una tradición o permanencia históricas (4).

Más que el barrio como una forma de conceptualizar la ciudad, se refiere a la noción de lo urbano, al tiempo que plantea en otra parte de su escrito que: “... la morfología urbana como un tipo de disciplina empírica cuyo campo de acción es el paisaje urbano...” (9).

En este material expone que la ciudad se debe comprender dentro de la morfología urbana y el paisaje urbano. La ciudad, desde esta perspectiva, solamente nos conduce hacia las apariencias y a errores metodológicos de interpretación, es decir, a lo fenomenológico y no hacia la esencia misma de la ciudad, por cierto, tan compleja en el contexto de la realidad. Aldo Rossi introduce también una variable: *la especulación* (9), para entender que la ciudad y su crecimiento se deben a los especuladores. Faltarían algunos elementos fundamentales para reforzar aquellas ideas con más precisión y de esta manera comprender del todo que no solamente son los especuladores como tales, sino que existen los otros capitalistas que intervienen: los bancarios, inmobiliarios, los industriales, comerciales, etcétera.

Marino Folin (1977) nos ayuda a comprender en parte el concepto de ciudad, pues maneja una propuesta en términos de la reproducción del capital y de la mercancía (incluyendo la fuerza de trabajo). Antes de llegar a su planteamiento final es importante aproximarnos a su propuesta: “Por ciudad entendemos el resultado de la utilización capitalista del espacio físico: esto es, sin ninguna otra adjetivación *naturaleza histórica*.” (31). Desde esta perspectiva ubicaremos la dimensión y las implicaciones de considerar que la ciudad se reproduce al interior del modo de producción capitalista y la somete a sus propias exigencias de producción y reproducción de sí mismo, un espacio físico estructurado de forma diversa en el tiempo, con distintas configuraciones (32). Así, Folin llega a un concepto de ciudad más

6 Es esta la historia de la ciudad donde lo artificial se confunde con lo real, pero que no se encuentra, entonces, con la misma realidad que en algún momento trató de definir con la “forma las causa económicas-sociales de aquellos efectos que constituyen la ciudad...” Qué sucederá entonces con Aymonino, es una realidad o es un historia falsa de la ciudad que identifica con lo artificial de la historia de cualquier época...” En otra ocasión nos detendremos para seguir abordando la cuestión.

complejo, pero necesario para comprender las contradicciones que se desarrollan en su interior:

Si bien la ciudad, en tanto que concernida por su aspecto inmediatamente visible de acumulación, debe remitirse, para su comprensión exacta, a lo que constituye su primera razón, es decir, a las necesidades propias del proceso social de la producción basada en la gran industria —y, por ende, que deba considerarse aparte del hecho de que se trata esencialmente de una acumulación de los medios de producción y de la fuerza de trabajo—, sin embargo, de ningún modo puede considerarse en sí misma, sino únicamente en su funcionalidad propia de concentración de los medios de producción y de la fuerza del trabajo con respecto al ciclo total de la producción del capital social en las diversas articulaciones en que éste se desarrolla; a partir del cual esta acumulación asume configuraciones variables en dimensiones o en densidad, según que se considere uno u otro de los dos términos en los que se da la acumulación en relación con las diversas articulaciones del ciclo (68).

De la cita que hemos planteado, la ciudad se muestra tan compleja como el proceso de la gran industria, pues se trata también de la acumulación de los medios de producción y de la fuerza de trabajo; ya que aquí no pueden ser *funcionales* simplemente para la concentración de los medios de producción, sino que debe ser interpretada en el contexto de la misma reproducción de las relaciones sociales en las cuales se manifiesta, aunado al sustento que tiende para legitimar al modo de producción capitalista dominante.

Un enfoque particular del territorio

Desde el análisis planteado, cabe mencionar que algunos investigadores han aportado ciertos elementos —a nuestro juicio dentro de la escuela económica— de los cuales parte de sus argumentos merecen ser replanteados en el marco de nuestra propuesta de investigación. Por otro lado, cabría en este pequeño ensayo hacer referencia a los estudios de la problemática urbana que han intentado comprender y descifrar esta maraña de conceptos

a partir de la perspectiva española: desde el punto de vista de los arquitectos que se han preocupado por aportar algunas ideas, existe una gama de posiciones ideológicas, pero, solamente retomaremos las que a nuestro juicio tuvieron acogida y representatividad en el contexto de las discusiones teórico-metodológicas en lo académico. En *Miseria de la ideología urbanística* (1967), Fernando Ramón propone un análisis del aspecto ideológico de la urbanística y las formas en las que ha adquirido importancia el significado de la ideología en la conformación del territorio; la relación campo-ciudad, entre otros temas relacionados con la cuestión urbana. De esta manera planteamos lo que a su juicio considera que la ciudad de hoy día presenta bajo esta característica:

La ciudad *moderna* ha perdido su unidad y ya no puede ser como el escenario de la convivencia: la ciudad se ha convertido en el escenario de la lucha de clases. Pero lo que para unos no es más que una consecuencia del sistema capitalista de producción y de la acumulación de capital, para otros es un fenómeno pasajero y reparable, sin necesidad de cambiar el sistema en cuestión.

La ciudad perdiendo su unidad en la diversidad

Comentaremos conceptos que nos ayudarán a ir definiendo la idea que nos ocupa, veamos la siguiente propuesta:

[...] la ciudad, en tanto que conjunto de bienes y servicios destinados a la reproducción de la fuerza de trabajo, constituye el medio a través del cual el conjunto de la población (en especial los trabajadores y capas populares que tienen menos ingresos monetarios) recibe el *salario indirecto* en forma de servicios públicos o semipúblicos (o subvencionados): vivienda, escuela, transportes, urbanismo, actividades culturales y de esparcimiento, sanidad, etc. El tipo de desarrollo urbano por una parte, el aumento de las necesidades sociales por otra, plantean en cada momento un cierto tipo de conflictividad urbana (Tarragó, 1976: 7).

Esta cita se identifica y se aproxima cada vez más hacia una ciudad que coincide con la realidad, que es al mismo tiempo la concentración de los bienes y servicios y de la reproducción de la fuerza de trabajo; solamente haría falta un elemento para completar el proceso dentro de la totalidad en la que la hemos mencionado: la reproducción del capital, entendido esto como un factor necesario entre aquellos frentes del capital bancario, industrial, inmobiliario, constructor, etcétera.

La ciudad es ya la objetividad de esta concentración y centralización de las condiciones generales para la producción; no se pueden parcializar ni dejar de lado sus partes que van constituyendo el territorio donde la misma ciudad se concreta, así se concatenan las piezas o elementos que estructuran al conjunto del territorio.

La ciudad es entendida también como el marco que ha permitido a lo largo de todo el siglo una política de alianzas de clase que abarca desde los intereses oligárquicos y monopolistas hasta las clases medias urbanas⁷ (el territorio se subdivide por la apropiación privada de una mayoría de la clase media, al menos para el caso español). Aunque la tendencia va declinándose, sobre todo, los que se han apropiado ya de gran parte de las áreas importantes de la ciudad son los capitales: comercial, industrial, bancario, constructor, inmobiliario, etc. Hemos tomado parte de la experiencia que se presenta en el caso español, porque las características no son ajenas a las realidades de las ciudades que concentran y centralizan las condiciones generales para la producción, es decir, los servicios, infraestructura, el capital y la fuerza de trabajo, entre otros. Pero estos ejemplos no son ajenos a los países, llamados industrializados, por el contrario, es la expresión que están presentando las ciudades, tanto en los “dependientes” como en estos últimos, dentro de la división internacional y territorial del trabajo.

Analizando documentos escritos por arquitectos y sociólogos españoles nos hemos encontrado con valiosos trabajos que no podemos dejar de mencionar, máxime que aportan elementos teóricos y conceptuales relacionados con este estudio. De ahí que desde el punto de vista ideológico comprometido con la transformación de la realidad española planteamos lo siguiente:

La ciudad como un escaparate en el que se exhiben de un modo concentrado, y acaso ampliadas por resonancia, las desigualdades, conflictos y contradicciones sociales inherentes al propio sistema económico. La ciudad es un escenario en el que actúan las distintas clases antagónicas por apropiarse del espacio (García y González, 1974: 29-30).

Partimos de nuestro método de trabajo —la perspectiva de la totalidad—, donde los agentes económicos bien definidos, su aspecto ideológico y las relaciones sociales que sustentan son los que conforman y transforman el territorio. Pero no solamente estas características de la ciudad expresan la idea y la objetividad de la reproducción, también la lucha entre los que migran a ellas, los que construyen el territorio de la ciudad: los trabajadores del campo y la fuerza de trabajo que provienen de los otros pueblos, comarcas y/o regiones se van adhiriendo a la estructura de los procesos productivos de la producción. Son ellos los que dinamizan y estratifican el uso del suelo, sobre todo en aquellas áreas o zonas de difícil acceso, ellos también deben ser considerados en la constitución de la ciudad. Se insiste, desde el análisis anterior, en que:

La ciudad es una realidad históricamente positiva, irreversible y objetivamente necesaria donde los hombres cooperan en el trabajo, se ayudan mutuamente, se transmiten conocimientos, concentran esfuerzos, crean interrelaciones económicas y sociales nuevas desarrollando más progresivamente sus

7 El mismo autor analiza el caso español y considera que “la propiedad del suelo de las ciudades está en gran parte en manos de un amplio sector de las clases medias que difícilmente tienen acceso a las altas esferas del poder central” (24-25).

fuerzas productivas. En este sentido la ciudad es una expresión de la creciente tendencia histórica a la socialización de las fuerzas productivas (176).

De esta manera tratamos de delinear nuestra investigación: el desarrollo o la transformación de la ciudad es un producto histórico donde los hombres y las relaciones sociales de producción van conformando y transformando tanto el territorio como la ciudad, donde se concreta la sociedad, no como su expresión subjetiva o morfológica, sino como la socialización, la apropiación y reproducción de las fuerzas productivas conjuntamente con el capital, ya que ambas se reproducen en condiciones contradictorias de cada formación social. Y no lo hacemos simplemente por rechazar el aspecto físico de la ciudad, sino que es aquí donde posiblemente encontraremos la esencia del fenómeno.

El análisis de la ciudad como parte de los procesos económicos

El enfoque de la escuela económica no debe faltar en este pequeño ensayo, por ello lo presentamos para su discusión. Mientras que la disciplina como tal y los elementos formadores de las ideas sean aspectos que ayuden a estructurar nuestra investigación nos remitiremos al método para contextualizar los conceptos con base en las herramientas teórico-metodológicas para abundar en las especificidades de la ciudad. No es como un hecho aislado como debemos analizar la estructura de la ciudad y del aspecto territorial, sino basta con que las relaciones que se encuentran en el entramado de las partes del territorio, las relaciones sociales, económicas, políticas e ideológicas sean las que incidan y se entrelacen para caracterizar y comprender las manifestaciones reales de la ciudad.

Dos elementos a considerar:

1. No debemos estudiar la ciudad en sí como un proceso histórico sobre hechos historicistas pasados o anecdóticos, sino con base en la relación con el desarrollo de las fuerzas sociales que la han transformado. De la misma manera, no se deben separar las partes que la caracterizan como un elemento aglutinador de las contradicciones económicas de la totalidad del modo de producción en el cual se presenta, y no debe ser entendida simplemente como un conjunto de hechos económicos donde ciertas teorías la van minimizando o la tratan como mero insumo de un bien que se puede comprender al igual que las otras “mercancías” que nada tienen que ver con el proceso de la producción, consumo, distribución. Por el contrario, es allí donde la esencia del fenómeno nos expresa la riqueza de las partes contradictorias que la componen y la reproducen con base en los hechos históricos dialécticos de la transformación social. Por lo que no la debemos parcializar, ni apartar de sus partes para estudiarla, ni mucho menos vincularla con los otros procesos sin tomar en cuenta que es desde la totalidad de los procesos económicos, políticos, sociales, territoriales e ideológicos los que determinarán la transformación de la ciudad y de los otros factores que en ella inciden directamente, ya sea como un proceso coyuntural o como una acción simultánea de la construcción de la ciudad.
2. El planteamiento que hace David Harvey (1977) de la ciudad y que él mismo reconoce como “un complejo sistema dinámico en la cual las formas espaciales y los procesos sociales se encuentran en continua interacción” (41).⁸ Y más adelante llega a esta propuesta: “la ciudad puede ser considerada como un medio tangible, construido, como un medio que es un producto social...” (206).

8 El autor comenta lo siguiente: “la categoría de *urbanismo* y su expresión tangible, la ciudad, han sido considerados desde hace largo tiempo como la sede de la civilización misma, no es sorprendente encontrar que el fenómeno del urbanismo ha sido examinado desde muchos puntos de vista en diferentes contextos históricos y culturales” (24). Entonces podemos decir que *ciudad* y *urbanismo* están dentro del mismo concepto de *ciudad-territorio* o de *tangible* como ya lo expusieran Lefebvre y Castells en otro momento: la ciudad es una proyección de la sociedad en el suelo. Se puede llegar entonces al punto de partida de quienes están considerando la ciudad como un conjunto de elementos sobre un lugar físico.

En parte la ciudad es un depósito de capital fijo acumulado por una producción previa. Ha sido construida con una tecnología dada y edificada en el contexto de un modo de producción determinado (lo que no significa que todos los aspectos de la forma construida de una sociedad sean funcionales con respecto al modo de producción). El urbanismo es una forma social, un modo de vida basado, entre otras cosas, en una división del trabajo y en una cierta ordenación jerárquica de las actividades coherente, en líneas generales, con el modo de producción concreto (tanto la primera como el segundo contribuyen a crear las condiciones para la auto perpetuación de dicho modo). Pero la ciudad puede ser también un lugar de acumulación de contradicciones y, por consiguiente, la sede apropiada para el nacimiento de un modo de producción (213).

De la cita anterior, los elementos que están en discusión son tanto *ciudad* como *urbanismo*. Si este último es una forma social basada en la división del trabajo, entonces ¿la ciudad puede ser un complemento del urbanismo y depende de este mismo para ser explicado? Ya no es entonces la ciudad la que se especifica para que el urbanismo retome de las expresiones y contradicciones de ésta, sino que es el urbanismo el que determina los procesos de la ciudad, incluso juega como una forma social (¿o relación social?). Desde nuestro punto de vista, percibimos que muestra una imprecisión y cae en una posible contradicción al decir que: “Dado el urbanismo, y su expresión tangible, la ciudad, han sido considerados desde hace largo tiempo como la sede de la civilización misma...”. Al parecer, el urbanismo de Harvey funge como las relaciones sociales o sustituye esta categoría. Pero no delimita lo que a nuestro juicio debía tener entre ciudad y urbanismo. La propuesta entonces a que llega Harvey es que: “Las ciudades son formas construidas a partir de la movilización, extracción y concentración geográfica de cantidades importantes de plusproducto socialmente determinado” (249).

¿Qué relación podemos encontrar de esta idea con respecto a la concentración geográfica o expresión de la sociedad en el suelo? ¿Será que en el fondo se

logra concretar que la ciudad solamente concentra lo tangible en cantidades importantes?

Las citas que hemos planteado a lo largo del presente ensayo tratan de estructurar nuestro trabajo e indudablemente incidirán en el transcurrir de los subsecuentes materiales que estudiaremos: la ciudad en transformación. Sin duda nos ayudarán a comprender el concepto de ciudad.

En cuanto a las contradicciones de lo ambiental

He aquí las consecuencias como parte de la no aplicación de los compromisos de preservación para las generaciones futuras, porque lo que hacía cada gobierno del Estado-Nación era, por el contrario, cumplir los compromisos establecidos con las empresas exportadoras que saqueaban recursos naturales, expulsaban a la población del campo y generaban impactos perversos dentro de las comunidades. En suma, podríamos decir que es la naturaleza la que sufre de esa apropiación desigual tanto de los recursos humanos como de los beneficios que pudiesen obtenerse de esta devastación. El Instituto Nacional de Ecología (2005) da un ejemplo de ello:

La problemática productiva y ecológica del sector forestal ha estado asociada a la indefinición de la propiedad y a imprecisiones jurídicas sobre los derechos de utilización. La carencia de un adecuado control institucional para valorizar y regular el acceso a los bosques, así como la ausencia de mecanismos adecuados de asociación entre propietarios e inversionistas ha contribuido al decaimiento de la actividad. Lo anterior se ha traducido en cambios sistemáticos de uso del suelo forestal en favor de la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano. A todo ello se agrega la sobreexplotación de los recursos por parte de empresas madereras cuya actuación no ha sido regulada satisfactoriamente y que, en la mayor parte de los casos, no han asumido su responsabilidad en la renovación de los recursos forestales debido a las altas tasas de descuento e incertidumbre ante la ausencia de derechos de propiedad.

Con respecto a los avances de la transformación territorial, tres elementos se entrecruzan en los espacios rurales para convertirlos en suelo urbanizado:

1. El proceso de cambio de uso de la superficie agrícola para cultivo por otros usos de suelo ajenos a la agricultura.
2. La ganadería, una rama de la productividad que desestructura la producción de autoconsumo.
3. El proceso de urbanización en sus fases de:
 - a) Transformación, apropiación y construcción.
 - b) Expulsión de la población del campo hacia la periferia agrícola e imposición de tendencias de urbanización-ruralización.
 - c) La ciudad absorbe el campo y otros centros de población próximos a las áreas metropolitanas.

Los tres elementos anteriores, en sus dimensiones diferenciadas, estructuran y alteran el territorio; de ahí que emergen de sus entrañas nuevos procesos de apropiación que se traducen en destrucción de la naturaleza. Un ejemplo: la deforestación es una costosa consecuencia de la urbanización, al recorrer la frontera forestal para implementar el monocultivo o la ganadería y se vuelve vulnerable en términos ecológicos. A partir de ello, hay un impacto negativo en las necesidades de la sociedad, tanto del campo mismo como de los centros de población que se abastecen de los recursos producidos por la población rural. Debido a estas formas de apropiación y destrucción de la naturaleza el deterioro ambiental en su fase actual es una de las consecuencias de la depredación. Son procesos que devienen de problemas añejos y que no han sido resueltos.

Hablar de territorio implica tres formas de concebir las partes que lo constituyen y le dan forma y contenido. Desde esta perspectiva, existen entonces:

primero, el territorio como la base o soporte material de la reproducción de la sociedad; *segundo*, como la expresión física que interrelaciona recursos propiamente aportados y pertenecientes a la naturaleza, en tanto hechos de formaciones históricas anteriores y presentes que inciden en la trama de la geografía de la sociedad y; *tercero*, como valor de un proceso que junto al capital y la fuerza de trabajo constituyen los tres elementos importantes que le dan la fuerza motriz de la historia.

Sin embargo, a partir de los tres elementos anteriores resurgen nuevas contradicciones sociales que identifican el actual modo de producción; de ahí que el territorio es, en paralelo, el soporte necesario para la reproducción de la sociedad y, asimismo, un espacio que se convierte en el escenario para la transformación y apropiación en tres direcciones que se interrelacionan de manera desigual:

1. El territorio es utilizado para la producción de materias primas, reproducción de la clase que la ostenta y la hegemoniza como parte de su propiedad privada para la especulación.
2. El territorio bajo procesos históricos se convierte en el espacio donde la ciudad estructura una trama espacial que se valora de acuerdo con la renta del suelo y las condiciones generales que la producción le asigna en su papel jerárquico.
3. Dentro de un escenario de las relaciones de producción capitalistas el territorio se convierte en parte fundamental de la división regional e internacional del trabajo (abundancia de recursos, de fuerza de trabajo, leyes laxas para la explotación, infraestructura urbana y vial, condiciones necesarias para la producción y ventajas para la inversión externa, entre otros).⁹

El Instituto Nacional de Ecología plantea que México ha sufrido por la sobreexplotación de los recursos; en tanto que son ya elevadas las tasas de deforestación y pudieran representar en promedio unas

9 En este caso podríamos definir la *ventaja comparativa* como la capacidad de producir un bien en mejores condiciones de cantidad y precio que otro, haciendo uso de los recursos abundantes. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis/2006/pvp/3a.htm>

600 000 hectáreas anuales en las décadas de 1970 y 1980. Sin embargo, en el periodo de referencia, cada año se perdía en promedio una extensión de bosques superior a la superficie de estados completos como Aguascalientes o Colima. De la superficie deforestada anualmente por tipo de vegetación, encontramos que 51% corresponde a selvas, 34% a bosques y 15% a zonas áridas.¹⁰

Con base en la información anterior sabemos que México ha perdido más de 95% de sus bosques tropicales húmedos (incluyendo selvas perennifolias y bosques mesófilos), más de la mitad de sus bosques templados, y un porcentaje difícil de cuantificar de los recursos de sus zonas áridas y desiertos naturales. Principalmente son los humedales los que han ido cediendo terreno a desmontes y rellenos para actividades agropecuarias o proyectos de camaronicultura y han sufrido alteraciones diversas como resultado del desarrollo urbano o de la creación de infraestructura.¹¹ En la figura 1 se puede observar que la deforestación de la zona norte de los Tuxtlas

en Veracruz es un fenómeno que no escapa en la vida interna de las regiones del país. En este sentido, los problemas del campo y la migración son dos factores que atizan la hoguera de la expulsión de habitantes.

Del planteamiento anterior surge una interrogante que habría que responder: ¿Quién o quiénes determinan los espacios del territorio para evaluar lo que en él se comercializa o se negocia? Dada la magnitud del problema no es fácil dar respuestas desde una perspectiva simplista o economicista de la coyuntura. Por el contrario, tres instancias de la realidad mexicana se entrelazan: a) la política territorial ya no es compatible en un contexto donde la hegemonía del mercado es la prevaleciente; b) la política económica es una respuesta de las contradicciones de las exigencias de los organismos internacionales (FMI, BM, BID Y OMC); y c) qué papel juegan los movimientos sociales, los agentes económicos, las ong, las comunidades en todos los niveles locales, regionales, estatales y nacionales.

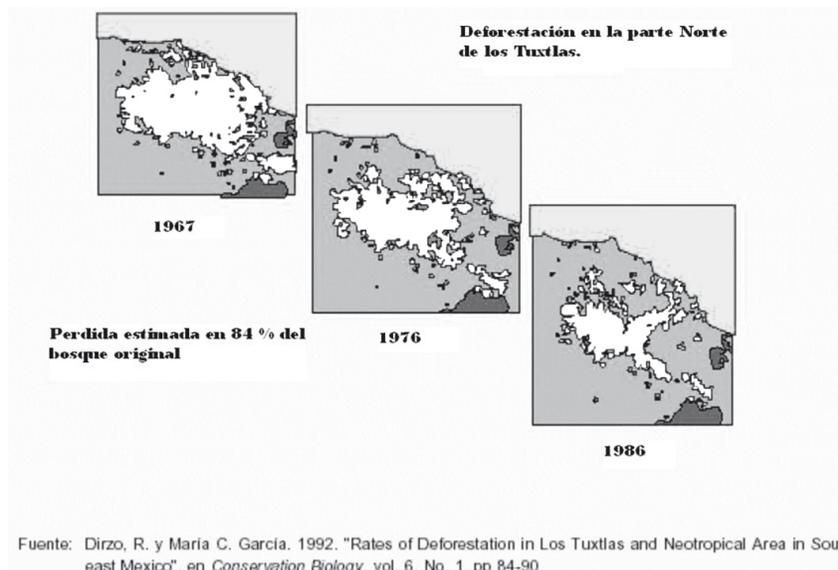


Figura 1. Ejemplo de deforestación y fragmentación.

Fuente: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/43/dos.html>

¹⁰ Datos obtenidos del Instituto Nacional de Ecología, 2005. Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.gob.mx/economia/primarias/forestal/default.aspx?tema=E>
¹¹ Ídem.

Una propuesta aproximativa de ciudad en transformación

A lo largo de este ensayo hemos citado ideas importantes de diferentes autores que tuvieron su importancia en un momento histórico determinado; sin embargo, desde nuestro método de trabajo, fue necesario replantear aquellas tesis más representativas de la década de los sesenta para percibir cómo a lo largo de la historia los conceptos, categorías y variables metodológicas han ido sufriendo transformaciones, por lo que la realidad contradictoria debe ser entendida como una instancia que nos aproximará a nuestro tema de investigación: la ciudad. La consistencia que tiene el método desde el análisis histórico desdobra los fenómenos que se concatenan en la realidad de hoy día. De ahí que tenga un significado y que permita entrar en la construcción de los elementos teóricos metodológicos. No obstante, aprehender de sus múltiples determinaciones objetivas en el contexto de las actuales relaciones sociales de producción encamina necesariamente hacia la comprensión de la totalidad del conjunto de los fenómenos para ver posteriormente las particularidades del proceso. De esta manera tiene la intención de comprender la realidad del presente para su posible transformación, y así acercarnos hacia una definición y descubrir la magnitud que presenta hoy día la expresión objetiva de la ciudad. Esa es la razón por la cual retomamos a los diferentes autores que, entre otras intenciones metodológicas han propuesto sus ideas centrales en torno al concepto que, como tal, está en constante transformación.

La propuesta que planteamos tiene sus diferencias respecto a los autores citados; algunos de los investigadores, sin duda, respondieron a un periodo histórico en el cual tuvieron que manifestar compromisos como procesos que condujeron hacia un paradigma de la teoría; para otros fueron momentos que significaron riesgos por los intereses que representaron, pero en este juego de intereses resulta necesario responder a otras realidades y dar cuenta de un futuro para nuestras generaciones con base en el presente y que tome en cuenta las

particularidades de todas las paradojas reales de este fin de milenio.

De las ideas que han propuesto algunos autores de que la ciudad es un reflejo de la sociedad en el territorio, o de que la ciudad y lo urbano son expresiones de uno o de otro bajo el influjo de la morfología urbana con su campo de acción en el paisaje urbano, incluso que la ciudad es una mercancía, etc., hemos concluido que estos conceptos en parte han ayudado a desmitificar el concepto de ciudad. Pero, a lo largo de la historia se ha comprendido que la realidad está en constante transformación. De ahí que los nuevos elementos a incorporar en nuestra propuesta estén plagados de contradicciones del hoy y del mañana. No limitaremos una propuesta bajo esta realidad que de por sí está convulsionando por las fuerzas sociales que la preceden. De esta manera planteamos, coincidiendo con Emilio Pradilla:

Lo que especifica a la ciudad capitalista como forma dominante, hegemónica, del sistema de soportes materiales de la sociedad capitalista, es la concentración desigual y combinada de los elementos fundamentales de la reproducción del capital: la producción industrial y los sectores subordinados y determinados por ella: la circulación mercantil y monetaria, y las condiciones generales de la producción y la reproducción del capital.

Entre ellos, es la producción industrial la que asigna a los demás elementos su lugar y función y estructura el conjunto de sus relaciones. Esta especificidad supone la concentración de lo fundamental de los procesos y elementos ligados a la reproducción de los dos polos fundamentales de las relaciones de clases: trabajadores y no trabajadores (burguesía y proletariado), vinculado al proceso de reproducción del capital en sentido estricto. La ciudad concentra también lo fundamental de las actividades superestructurales ligadas a la reproducción global del régimen social capitalista: política e ideología, los agentes sociales que en ellas participan y sus soportes materiales, bajo la determinación de las relaciones de producción (Pradilla, 1984: 429-430).

Plantea Pradilla que:

La ciudad como forma física dominante en la totalidad social, expresa y concentra lo dominante y fundamental de las relaciones sociales de acuerdo con su estructuración, desarrollo y contradicciones, las cuales determinan la tendencia histórica, desigual y combinadamente desarrollada, según las formaciones sociales, hacia la integración en un sistema de soportes materiales, discontinuo y jerarquizado, pero dominado y articulado a las concentraciones hegemónicas (430).

Partiendo entonces de las citas anteriores hemos llegado a considerar que la ciudad es dominante, hegemónica del sistema de soportes materiales.¹² En la concentración y centralización desigual y combinada de la reproducción del capital. A nuestro juicio, esta es la expresión que hoy día presenta la ciudad y las diferentes ciudades, sean de los países dependientes o desarrollados. En suma, las características que adquiere la ciudad derivan fundamentalmente en una contradicción en la que las fuerzas del mercado se manifiestan en el territorio y no se expresan por el simple hecho de su propia reproducción, sino que se debe más a los procesos sociales, económicos, políticos, ideológicos, etc. Esto permite que la ciudad sea un lugar físico dominante, hegemónico y estructurado por las leyes de la producción, consumo y distribución de la reproducción capital. De no especificar estos elementos estaríamos confundiendo no solamente la ciudad, sino el territorio, los procesos que surgen por las contradicciones de la ciudad, y de las otras determinaciones que caracterizan a lo urbano, el proceso de urbanización, la región, entre otros elementos que identifican y concretizan a cada uno de estos procesos históricos.

Ciudad y naturaleza, piezas de un todo contradictorio

La producción que se obliga introducir en este proceso se asemeja a lo que Ramón Margalef (1992) desarrolla: "...es un poco como las ciudades: las poblaciones, los individuos, cambian, pero producen durante su vida ciertos materiales y sobre estos materiales actúan presiones de selección que incrementan su durabilidad" (7). De manera similar es el planteamiento que se ha tratado de esbozar para relacionar sus características intrínsecas; Margalef insiste en que:

[...] la ciudad, la organización del espacio no se puede concebir sobre la organización del individuo; hay que asociarlas con las características más o menos sociales del hombre, sobre todo porque el hombre no sólo utiliza energía exosomática en gran cantidad, sino que se rodea de artefactos exosomáticos: las casas, las carreteras, las ciudades son artefactos exosomáticos fabricados con esta energía (7).

Lo que se propone en este contexto es abrir una opción para replantear la apropiación de la naturaleza, claro está, la porción de ella que se manifiesta en el suelo urbano, que en este caso será la ciudad. La construcción de infraestructuras: edificios, comunicaciones, carreteras y su variante en autopistas para agilizar la movilidad, adaptar la ciudad para las grandes avenidas, en suma, transformar de lleno el aspecto "morfológico" de la misma, son al menos las aspiraciones que subyacen en la imagen y en el objeto de las construcciones del entorno edificado.

Por otra parte, en la utilización del suelo urbano los espacios llamados "libres" se construyen por las necesidades de la misma sociedad. Así pues podemos

12 Entendiendo entonces por *sistema de soportes materiales* "la totalidad compleja de éstos, de los elementos, instancias, estructuras, relaciones, procesos y contradicciones de la vida social, producidos, intercambiados, distribuidos y consumidos, regulados jurídico-políticamente y connotados ideológicamente a partir de las determinaciones propias de los elementos, instantes, estructuras, relaciones, procesos y contradicciones de una formación económica-social históricamente fechada, dominada y determinada por un modo de producción específico..." (Pradilla, 1984: 127).

ver, por un lado, que las zonas céntricas de la ciudad van adquiriendo una nueva conformación y aceptación del suelo urbano; hoy en día las construcciones que se utilizaron o dieron cabida a cierto uso en el pasado considerado como la transición de una sociedad a otra ven cuestionado su uso y valor histórico asignado. Podríamos enumerar aquí una serie de terrenos que se han transformado en estos últimos años, pero nuestra intención dista de cumplir con tal ambición, solamente tomaremos ejemplos aislados para contrastar nuestras hipótesis de trabajo. Por otro lado, las construcciones que han sido remodeladas o “maquilladas” en su fachada para modificar la intención ideológica en el pasado, pero con el propósito de “racionalizar” el uso del suelo, hoy tienen un carácter paradójico comparado con el que se les atribuyó, quizá mejorar el uso, pero esta es una impresión que no calcularíamos de manera tan simple. A lo que sí podríamos aproximarnos es a comprender que, el espacio se va construyendo para un uso social, pero con ventajas desiguales.

Un proceso de esta naturaleza podría ser, por ejemplo, los edificios derruidos en el casco antiguo de Barcelona. Allí podrían edificarse parques y jardines, lugares de ocio (esparcimiento); asimismo, podría cambiar la “imagen urbana” o arquitectónica en aquellos “espacios vacíos” que por no tener un uso previo podrían transformarse en pequeños talleres infantiles o para todo el público que necesite de un espacio de acciones que conduzcan a ampliar sus conocimientos, bibliotecas, pequeños museos, plazas o lugares públicos para manifestar ideas sociales de carácter informativo, etcétera. También podrían construirse viviendas que jugaran el papel de “ambientación” de la zona con el objeto de rescatar la centralidad o el regreso de la actividad social como papel que siempre ha jugado el centro histórico de las ciudades y dar un giro completamente social al lugar llamado “centro de la ciudad”, mismo que, por procesos diferentes, ha mantenido aún la centralización de las obras de infraestructura, de los servicios, de los centros recreativos, de difusión de la cultura como: teatros,

cines, salones de baile, etc. Estos mismos podrían ser reutilizados para toda la sociedad en su conjunto y no destinados solamente para los que tienen el “tiempo de sobra”, sino dejar que la ciudad funcione como el territorio donde el grueso de los habitantes se comuniquen, se interrelacionen, se exprese de forma democrática no racional en el sentido de la reproducción de la oferta y demanda de los servicios. Habría que pensar en la producción del espacio para la ciudadanía, que los servicios sean parte importante de la ciudad para brindar sus efectos útiles a la sociedad.

Por eso nos interesa la propuesta de una ciudad convertida de la deshumanización —como proceso irracional— a la ciudad en proceso de la apropiación de su interior en términos de su estructura territorial, donde todas las infraestructuras, servicios y los soportes necesarios para la reproducción de la sociedad sea más asequibles, una ciudad en busca de la convivencia solidaria desde la perspectiva de las condiciones materiales de existencia del ciudadano, naturalmente planteando una nueva alternativa para los espacios libres y verdes.

En algunas ocasiones los espacios libres y/o verdes tienen una connotación diferente dependiendo de los usos a los cuales se les destina por parte de la comunidad: desde el lugar que históricamente ha sido utilizado o apropiado por la sociedad hasta la adaptación del uso del suelo para los fines que más han ajustado a los intereses de los agentes económicos que intervienen para modificar el territorio.

Un espacio, ya sea verde o libre, tiene su propia característica que lo reafirma o lo convierte en parte del suelo-soporte que la naturaleza le ha dado para su transformación, considerando que este proceso inicia desde su apropiación, destrucción y transformación, y finalmente es consumido desigualmente en la sociedad. De ahí que el *espacio* no solamente puede ser identificado como *verde* y *libre*. Para el primer caso podemos enumerar algunas especificidades con las cuales se relaciona:

Los parques y jardines. Aunque no necesariamente sobresalga lo estrictamente verde, pero se pueden identificar como el lugar de ocio para que la comunidad se apropie, hasta donde sea posible, de la naturaleza y los recursos que aún se obtienen de ella: flores de ornato, sombra, la oxigenación vital de todo ser vivo y la recreación visual. Además proporciona a los niños un conocimiento más inmediato del ambiente natural más allá del juego, que generalmente se enfoca a la reivindicación de mundo natural y su defensa, combatiendo la contaminación y todo elemento que lo deteriore. Asimismo, estos fragmentos del territorio que aún se pueden rescatar pueden significar y expresar el contenido de la historia, cultura, ideas y, en consecuencia, espacios de manifestación artística de los ciudadanos como, por ejemplo, lugares para dar clases de pintura, escultura y música, entre otras actividades recreativas.

CONCLUSIÓN

La ciudad hoy día nos concentra como parte de los elementos que mencionamos anteriormente, incluso como mercancía, de lo cual no salimos exentos, por lo que sí somos parte de la reproducción del capital, no directamente, pero una parte importante que da sustento ideológico a las actuales relaciones sociales de producción. En este marco, la ciudad que se encuentra en constante transformación se va caracterizando con otras nuevas expresiones o elementos que se incorporan, dentro del llamado *orden mundial*, en la distribución territorial, en la división internacional de la fuerza de trabajo y en la conformación de los bloques económicos: la Comunidad Económica Europea, la Cuenca del Pacífico, el Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México. Por otra parte está la constitución de la Iniciativa para las Américas del Gobierno Norteamericano, entre otras formas de expresión que especifican la transformación del territorio. Son es-

tas paradojas las que conforman territorialmente las ciudades en estos días de fin de milenio.

Tomando en cuenta que la ciudad es la sede de los poderes económicos, políticos, ideológicos, así como hegemónicos y de dominación de un reducido sector de la sociedad que controla e impone sus leyes de expansión, y es el mismo que necesariamente se reproduce para conformarla no sólo territorialmente, sino para darle sustento físico en el territorio, concluimos lo siguiente:

1. La concentración y centralización de la fuerza de trabajo y del capital son dos elementos que conformarán en adelante la ciudad, aunado a las demás condiciones de los *soportes materiales* que constituyen las condiciones generales para la producción.
2. La llamada *economía de aglomeración*, entendida en términos de la cooperación compleja entre procesos productivos, reduce los costos de producción y se manifiesta, por lo tanto, en la tasa de ganancias apropiadas por el capitalista individual. Incluso tiene que ver con la era de la globalización; como lo plantea Peter McLaren: “la globalización del capitalismo marca la internacionalización de las relaciones capitalistas de explotación”.¹³
3. La concentración de los soportes materiales como una manifestación de la socialización de las fuerzas productivas, de la fuerza de trabajo y del capital, se acumula con el proceso de transformación para continuar con la reproducción de los mismos.
4. La aparente dispersión o segregación de la población en el territorio de las ciudades se debe sobre todo a las necesidades de los diferentes frentes del capital que están en constante proceso de apropiación privada del suelo urbano y no porque a la sociedad le guste establecerse en los intersticios que el capital expulsa.

¹³ Peter McLaren. *La pedagogía crítica “recargada”*. [En línea] Disponible en: <http://www.herramienta.com.ar/revista-herramienta-n-31/la-pedagogia-critica-recargada>

5. Las políticas del Estado benefician más a las proyecciones, a las determinaciones y a las políticas del capital inmobiliario, constructor, bancario o industrial que a las necesidades de la sociedad.
6. La ciudad es entonces el escenario de la reproducción de la sociedad, del capital, de la fuerza de trabajo, de las contradicciones de los diferentes frentes del capital, donde se hegemoniza y domina un modo de producción que históricamente ha sido transformado y producido por sociedades que la han precedido para ser, por cierto, transformada.

Estas son las primeras aproximaciones de nuestro trabajo, que a manera de hipótesis planteamos para su discusión. Esperamos que el análisis se enriquezca con las observaciones, sugerencias y críticas constructivas que se deriven de este trabajo.

FUENTES CONSULTADAS

- Aymonino, Carlo (s. f.) *El significado de las ciudades*, ETSAB, Departamento de Urbanismo 2, edición limitada, p. 2.
- Besços O., Alfredo y Cáceres Morales, Eduardo (1980). *Urbanística e ideología*, Departamento de Urbanística, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Las Palmas.
- Bettin, Gianfranco (1982). *Los sociólogos de la ciudad*, G. G., Barcelona.
- Castells, Manuel (1976). *La cuestión urbana*, Siglo XXI, España.
- Folin, Marino (1977). *La ciudad del capital y otros escritos*, G.G., México, DF.

- Galeano, Eduardo (1982). *Las venas abiertas de América Latina*, Siglo XXI, México.
- García Bellido, Javier y González Tamarit, Luis (1979). *Para comprender la ciudad. Claves sobre los procesos de producción del espacio*, Nuestra Cultura, España.
- Harvey, David (1977). *Urbanismo y desigualdad social*, Siglo XXI, España.
- Instituto Nacional de Ecología (2005).
- Lefebvre, Henri (1969). *El derecho a la ciudad*, Editorial 62, Barcelona.
- Margalef, Ramón (1992). *Revista UR*, Núms. 9-10, ETSAB, Barcelona.
- Pradilla, Emilio (1984). *Contribución a la crítica de la teoría urbana. Del espacio a la crisis urbana*, UAM-X, México.
- Ramón, Fernando (1967). *Miseria de la ideología urbanística*, Ciencia Nueva, Madrid.
- Rossi, Aldo (s. f.) *Consideraciones sobre la morfología urbana y la tipología de la edificación*, ETSAB.
- Tarragó, Marçal (1976). *Políticas urbanas y luchas sociales*, Avance, España.

Páginas de internet:

- [En línea] Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis/2006/pvp/3a.htm>
- [En línea] Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.gob.mx/economia/primarias/forestal/default.aspx?tema=E>
- McLaren, Peter: *La pedagogía crítica "recargada"*. [En línea] Disponible en: <http://www.herramienta.com.ar/revista-herramienta-n-31/la-pedagogia-critica-recargada>



Hacia una pedagogía ambiental metadisciplinaria

3

Guillermo Torres Carral

INTRODUCCIÓN

En este ensayo se trazarán las coordenadas requeridas para el advenimiento de una pedagogía crítica y reflexiva sobre el medio ambiente que no sólo debe ser parte de la educación ambiental considerada en un sentido amplio (ser-conocer-actuar frente a los conflictos hombre-sociedad/sociedad-naturaleza), sino que debe ocuparse de los distintos momentos presentes en la construcción de los saberes; todo lo cual es parte fundamental en la construcción metadisciplinaria.

EL PARADIGMA EDUCATIVO FRENTE A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Este ensayo parte de la evidencia de que la distinción entre las ciencias sociales (y humanas) y las naturales, corresponde a la vieja división del trabajo de corte mecanicista producto de la fase anterior del desarrollo capitalista (siglo XIX y mitad del siglo XX), basada en el prevaleciente sistema de maquinaria caracterizado por un elevado consumo de materiales (duros) y energía (inyectada desde fuera de los sistemas tecnológicos). Asimismo, las ciencias sociales se diferencian de las naturales en que

su objeto de estudio es un sujeto (ser humano), además de que sus leyes son cambiantes de acuerdo a la historia; mientras que las leyes de la naturaleza permanecen (aunque de manera relativa), independientemente de aquélla.

Considerada dicha diferenciación a partir de la dialéctica entre el objeto y el sujeto, ambas son expresiones de un mismo proceso histórico-natural en el cual la conciencia es concomitante con las relaciones sociales y su base natural. Por añadidura, la dicotomía sujeto/objeto es un producto del análisis y conocimiento científico ya que el hombre es inseparable de la naturaleza y ello es válido en cualquier tipo de sociedad (aspecto acrónico).

Además, es válido afirmar que la mente humana no es sólo racional (*logos*) y un producto de la interacción entre el macro y micro cosmos, sino que abarca al mismo tiempo el *ethos* y el *pathos* (Maffesoli, 2006).

La interdependencia entre las ciencias naturales y sociales (ejemplos: Darwin-Malthus, paradoja

trabajo-termodinámica, debate alrededor del calentamiento global) permite también encontrar sus límites y sus coincidencias (así como se expresa en distintos enredos epistémicos, como es el caso de la definición de *trabajo*) (Engels, 1966). Se trata pues no sólo de una perspectiva multi/transdisciplinaria, sino propiamente metadisciplinaria; es decir, las ciencias no pueden dar cuenta suficientemente de la realidad de la materia-energía-información como una totalidad, por lo tanto, requieren del pensamiento *no científico* mediado por los saberes populares a lo largo de la historia, así como de la filosofía, encargada de reunir lo que la ciencias han seccionado.

Los senderos de la vida natural y social no están predeterminados, ya que no corresponden a las leyes de su devenir en cuanto tal puesto que son, a la vez, creaciones de la mente humana (construcción del conocimiento humano, al igual que los saberes) y resultado de sus interacciones. Y aquélla está condicionada por redes de intercambio de información (materia prima básica) que permite entender las determinantes e impactos de la crisis ambiental.

La degradación del mundo es, entonces, un resultado de la contaminación mental (Kwiatkowska, 1998) que a su vez es fuente, comportamiento y destino de las otras formas de contaminación (física, económica, sociocultural y también política).

Como resultado de lo anterior, deducimos que en la sociedad moderna prevalecen dos tendencias: 1. Una que corresponde a las viejas ideologías (decimonónicas) en donde la naturaleza se presenta como dominada por el hombre; y 2. Una forma de ver las cosas en la que no es posible separarse de la naturaleza para entender la evolución o involución de la vida y el mundo.

Así, frente al fantasma del Frankenstein tecnológico¹ se requiere obligatoriamente avanzar hacia la ple-

nitud de la vida, (Marx, 1974) como la verdadera riqueza. En ésta, la ciencia y la tecnología cumplen un papel fundamental (al igual que la cultura); siempre y cuando se ubiquen en el marco de una ética de la responsabilidad y de la liberación (simultáneamente). Pero en tanto son creaciones humanas, ambas posturas se vinculan con la bifurcación civilizatoria, (Laszlo, 2008) que se abre y se amplía, y que a la vez sólo en ciertos puntos logra la coincidencia entre contrarios.

Estas convergencias son puntos clave para vislumbrar la salud planetaria (así como social e individual). Aquí, el pensamiento alternativo (Biagni, 2008) cumple una función decisiva, ya que implica una ruta distinta en el devenir ecosocial. Esto, considerando a la historia (Herodoto) como “la maestra”, tanto como la naturaleza lo es igualmente para Schiller. Humanidad y natura se pelean pero se abrazan continuamente.

En el viejo paradigma cosificado, las ciencias sociales y humanas sólo son interpretaciones subjetivas, que se entienden de manera simplista a partir de la evolución de la materia y su conexión con el espíritu (Hegel, 1971), de ahí la ilusión de la lucha a muerte entre materialismo e idealismo. Sin embargo, Bateson demuestra que en la naturaleza está presente la mente tanto como ésta interactúa con el sistema planetario (ecología de la mente) (Tyrtonia, 1997). Por lo tanto, la mente humana no está completamente definida sino que constituye un continuo proceso de construcción y deconstrucción (socio ambiental) (Leff, 2003).

En este sentido, la nueva pedagogía (enfocada en el despliegue del ser-conocer-actuar) corresponde entonces a aquello que nos dice que la escuela de la vida es el verdadero sentido que tiene la educación, en lo que tiene que ver con lo inesperado (incertidumbre) y no sólo con la teoría. En contraste, en la educación ambiental institucional (orientada ahora

¹ Bernal, en Dyson.

hacia el desarrollo sustentable), tanto las ciencias naturales como las sociales demuestran que la ciencia convencional es una ideología “social”, sin embargo, las nuevas ciencias y tecnologías avanzan hacia la destrucción del mundo o bien hacia la creación del hombre nuevo; despojado por supuesto de las ideas y acciones que contaminan al mundo. Por lo tanto, no es conveniente ni posible tampoco, pretender continuar con el mundo encantado afianzado por las nuevas tecnologías (Internet en primer lugar) (Maffesoli, 2004).

Por ello se trata de crear una ciencia y una tecnología que no busquen sólo el conocimiento y su aplicación empresarial, sino, sobre todo, la liberación de la especie humana en el cosmos en un intercambio perpetuo, y que sólo social y naturalmente puede ser regulado. De ahí que la ciencia y la tecnología deban permitir el desarrollo de las emociones (inteligencias múltiples) así como de valores espirituales, socio-comunitarios y ético-morales, de lo contrario, seguirán devorando al hombre y al mundo. Hoy la realidad no es mejor simplemente por los avances ocurridos en estos ámbitos. Así también, es fundamental que marquen sus límites, en tanto que no contribuyen a la reducción de la alienación humana, sino todo lo contrario (véase el caos de los transgénicos, los biocombustibles y la nanotecnología, entre otros).

Aparte de lo ya comentado, hay que tener en cuenta que una de las aberraciones más frecuentes es que la educación cae presa de la didáctica. De ahí que una pedagogía basada en el constructivismo ambiental exige comprender la unión de los cuatro campos mencionados (natura, humanidad, sociedad y cultura) para no quedarse en el didactismo ramplón. En este contexto, es imprescindible reconocer la lucha y/o convergencia de modelos y paradigmas hacia una nueva ética mundial despojada del fanatismo del pensamiento único. Desde luego, está presente la compatibilidad mediante la asociación de individuos plenamente desarrollados, este sería el objetivo estratégico de la nueva pedagogía ambiental, aunque el ambientalismo también puede caer en el fanatismo cuando sólo toma en cuenta el ambiente natural (Leff, 2007).

LA COMPLEJIDAD AMBIENTAL

Cada día es más frecuente, ante la complejidad de la problemática ambiental (Leff, 2003), la manifiesta incapacidad del conocimiento humano para abordar los distintos aspectos de la realidad ambiental que se van fragmentando hasta el absurdo sin volverse a reunir. Mientras tanto, la degradación ambiental aumenta casi irreversiblemente con un elevado impacto social.

Además, en la vida contemporánea se alude insistentemente a la incertidumbre del futuro, (Funtowicz y Marchi, 2000) aunque también se afinan las herramientas que la ciencia occidental ha construido a lo largo de los siglos con el propósito de cumplir el mandato no-científico, que se ha impuesto el mismo hombre: el absoluto sometimiento humano de la tierra (Génesis). Como resultado, se considera el conocimiento como científico, si y sólo si, éste implica la realización del brutal destino marcado por dicha creencia, pero sobre todo abrazado de un pretendido “método científico”. Así pues, resulta que el conocimiento científico (y humano en general), deriva en una forma de dominio social en todos los sentidos basado en el sometimiento de la naturaleza (Descartes); o bien por el contrario, en su cooperación (Capra, 2005).

Ante esta circunstancia, en la que el modo de pensamiento ha sido rebasado por el modo de vida, cada vez es más evidente la insuficiencia del conocimiento científico alcanzado, en esta y otras materias (que finalmente están interrelacionadas).

La crisis ambiental es la primera crisis del mundo real “producida por el desconocimiento del conocimiento desde la concepción del mundo y el dominio de la naturaleza que generan la falsa certidumbre de un crecimiento económico sin límites, hasta la realidad instrumental y tecnológica como su causa eficiente” (Leff, 2000: 31).

Por ello diversos autores han deanudado y reanudado la realidad social para demostrar fehacientemente los estrechos límites del conocimiento

humano y de los paradigmas predominantes, así como de su capacidad para la solución de los problemas globales, aunque paradójicamente, suele expresarse como un conocimiento que no tiene límites. Sin embargo, la pequeñez del conocimiento humano es evidente frente a un cúmulo de dudas que, en potencia, se expanden mucho más que los alcances teórico-prácticos de la ciencia, y lo que nuestro sentido, precisión e intuición nos permiten para comprender dicha realidad. Sin embargo, se pretende demostrar su carácter ilimitado y, con él, el de un poder humano infinito. Pero ello es sólo una justificación que fomenta la ilusoria visión de un mundo “demasiado humano” (Nietzsche, 1977). Dicha ideología pretende entender la realidad mediante una sola forma (aunque no necesariamente mediante un solo procedimiento heurístico).

CRISIS DEL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA

Las exigencias de un mundo contemporáneo regido por los incesantes cambios tecnológicos, fuente del calentamiento global, definen la coyuntura mundial contemporánea. Esto requiere de mentes cambiantes y abiertas que entiendan las múltiples posibilidades en las que reside el movimiento de lo real y su despliegue histórico y estructural (ya que el mundo es un libro abierto para escribir en él), lo que presuntamente ocurre en estricta dirección de la realidad creada por los científicos (y tecnólogos). Sin embargo, es necesario desconstruir simbólicamente la tecnología y su uso, (sobre todo ahora cuando ésta pretende sustituir la educación basada en la relación maestro-alumno, por la de cliente-proveedor) para que ésta deje ser un fetiche y cumpla con un cometido histórico-natural.

Así pues, el conocimiento científico pasa por el reconocimiento de un mundo donde todo se pone a prueba, en tanto espejo de la realidad ambiental, y no necesariamente guarda simetría con ella; en este caso, tal conocimiento, por muy sofisticado que sea, se convierte en una mera inutilidad. Esto, traducido en el plano de la producción actual, demuestra cuán innecesaria es la tecnología que crea falsas

necesidades, pero que sobre todo, tiene la función de “embruja” al planeta con sus “caprichos” al tiempo que la humanidad duerme el sueño del *entertainment*, mientras sus problemas de fondo se agravan (miseria humana).

Es ahí donde se comprueba que el conocimiento no basta si no se prueban las ventajas que tiene para la naturaleza, el hombre, la sociedad y la cultura (que son las cuatro identidades que constituyen nuestro mundo); de otra forma se estaría hablando de un conocimiento (y de sus resultados en la ideología y tecnología del consumismo) que es incompatible con las necesidades humanas, así como de renovación de los ecosistemas, que es lo que ocurre en la actualidad.

Se deja así a las instituciones públicas como pivotes que impulsan sólo la aplicación del conocimiento, a fin de consolidar la expansión de las megaempresas de acuerdo a estrictas exigencias de ingeniería financiera que se aplica a la solución de la problemática de la población (es decir, en su visión cliente-consumidor), a partir de la destrucción de la naturaleza humana y no-humana. Se trata de un artilugio nuevo, de una delicia, de un color, una chispa que pueda crear un nuevo mundo al que se accede por un *password* que ofrece o regala la compañía que hace los milagros en el mundo del *marketing*.

EL MÉTODO Y LA METADISCIPLINA

El abanico interdisciplinario y, dentro de él, la metadisciplina (Torres), enriquecen a la disciplina lejos de anularla. Así visto el problema, se está indefectiblemente obligado a realizar un esfuerzo de corrección epistemológica después de que en la experiencia aparecen nuevos problemas que se expresan teóricamente, así como también, los medios para su solución.

Esta corrección limita o previene la tendencia a incrementar la entropía del sistema (Adams, 1983) cuando éste se reproduce de manera autoorganizada. Por lo mismo, es inherente a esta situación que los errores se mantengan o se reproduzcan en esca-

la creciente. Por tal razón, el más allá disciplinar (la metadisciplina) permite mirar cada disciplina y su respectivo objeto de estudio en sus conexiones y su negación crítica, ya que éstos no son sino porciones o fragmentos de la realidad humana-natural considerada, que pueden ser reproducidos mentalmente a través de conceptos o de fórmulas.

Estas expresiones revelan los límites en el conocimiento de cómo funciona el universo a través de ciertas proporciones y asociaciones en el caso de las matemáticas y las ciencias naturales mediante su determinación cuantitativa; mientras que las ciencias sociales dependen del cambiante fenómeno social y éste es menos cuantitativo y más cualitativo.

Las correcciones epistemológicas requeridas que ya se mencionaban apuntan desde luego a lograr una reducción de la entropía (energía no disponible), pues al proporcionar información (sociedad del conocimiento) se hace posible en cambio una entropía negativa (Guillamaud, 1971), que reduce las fallas de un sistema conceptual y que, en pocas palabras, se refiere a un sistema que involucra el flujo de energía y el ciclo de materiales, así como, por supuesto, los flujos de información. Si se imagina a la sociedad como un cuerpo —en este caso ecosocial—, entonces se puede entender que la mente manda al cuerpo, aunque simultáneamente debe saber sentir su cuerpo porque, a la vez, el cuerpo manda; en este ejemplo, el cuerpo sólo puede cumplir con su misión cuando es mandado correctamente. Es aquí donde resalta la conexión entre la inteligencia racional y la emocional (Gardner) las cuales sólo pueden disociarse con fines de análisis.

Así pues, lo que constituye la verdad para un momento dado o una época, es también una convención social (“la verdad histórica”, construida por los vencedores del conflicto). Las mismas ciencias naturales trabajan o influyen sobre ideas consensuadas socialmente —si lo vemos en retrospectiva—, aunque representen a determinados intereses, porque corresponden al espíritu de su tiempo (*zeitgeist*); pero todas ellas cambian aunque permanezcan otras explicaciones. Por ejemplo, la física

moderna no rechaza a la física clásica, así como las matemáticas superiores no han superado a la aritmética (entendiéndolo como una aceptación “universal” del aporte); ni el mercado controlado por las corporaciones transnacionales, la ley del valor.

Pero también las disciplinas no-científicas son parte fundamental de la metadisciplina, aunque el objeto de estudio es borroso y se confunde con los otros. De ahí a su poca eficacia en la solución de problemas nuevos, no así en el caso de los viejos problemas, para los que en muchas ocasiones la ciencia no tiene ninguna solución o bien es totalmente inviable.

Finalmente, la metadisciplina conduce, por su propia dinámica, a construir nuevos objetos de estudio, nuevas disciplinas y métodos, nuevas ciencias; no hay que extrañarse que haya una especie de comunicación a manera de juego de ping-pong entre todas las disciplinas, ya que el hecho de estar alerta a lo que se produce en otros ámbitos y reaccionar ante ello lleva a jugar el juego del contrario, tanto como a la inversa; así que haya una mayor ligazón entre ciencia y moral; pero también, por ejemplo, entre ecología y religión, etcétera.

LAS FASES DE LA METADISCIPLINA

La construcción de los diferentes objetos de estudio es sustancial en la creación y origen histórico de las diversas disciplinas. Éstas son expresión de los distintos campos del conocimiento, que estudian sólo partes relevantes de la realidad (como si fuera un cuerpo humano donde no se puede separar la parte física de la mental) y, sin embargo, corren el riesgo de extrapolar e ignorar otros ámbitos de la realidad.

La aparición de las ciencias modernas va en sentido contrario al tipo de conocimiento de la antigüedad, que se caracterizaba por poseer un carácter organicista (física, psicología, pedagogía, historia). Con el desarrollo de la sociedad moderna, la ciencia se va dividiendo agregándose a la física, matemáticas y filosofía (metafísica) las nuevas disciplinas naturales como la química, (Asimov, 2000) la biología y las ciencias sociales; de igual manera, éstas

también avanzan en el sentido de una mayor especialización. No obstante, esto tiene sus límites en la crisis ambiental ya que la fragmentación del conocimiento y de la realidad que representa, se muestra incapaz de enfrentar situaciones que requieren cada vez más el trabajo en equipo a través de líneas de investigación que representan intereses de estudio compartidos entre grupos más amplios de estudiosos.

Entonces comienza a producirse el peregrinar inverso: las disciplinas empiezan a converger cada vez al punto de modificar su propio canon epistémico, así como el surgimiento de una diversidad de teorías que tienen el sentido de la articulación entre saberes antes indiferentes (Leff, 2000).

Si en la disciplina aislada el objeto delimita el campo de estudio, en la multidisciplina se tiene una diversidad de disciplinas que se abocan al tratamiento de un mismo objeto de estudio, que ahora va a ser minuciosamente analizado en las perspectivas que diversas disciplinas tienen y que desde luego es una visión mucho más amplia que el estudio que hace una sola (Follari, 2001). Sin embargo, grave deficiencia en el enfoque multidisciplinario, es que el diálogo disciplinar se limita a un mismo objeto de estudio, encerrando entonces a las diversas disciplinas en tal objeto. Pero sobre todo no hay una integración entre las mismas disciplinas sino sólo a través del objeto a estudiar.

La *interdisciplina* y la *transdisciplina* pretenden cubrir estos vacíos. Así, la *transdisciplina* implica que una disciplina trasciende su objeto de estudio, esto es: una disciplina, muchos objetos de estudio que antes eran estudiados por diversas disciplinas. Desde luego que ello está claramente delimitado en los nuevos objetos de estudio, por lo cual no es todavía una comprensión total la que ofrece la *transdisciplina* según Follari (1987) y Leff (2000), quienes entienden a la *transdisciplina* como la colonización de una disciplina por otra (ecología natural, agrícola, urbana, humana, etc.). Esto es típico en la economía, más todavía en la ecología y las múltiples ramificaciones que se producen por la incorporación de la proble-

mática de la complejidad ambiental. Pero si se considera que la *transdisciplina* se desarrolla al interior de cada disciplina, entonces se nos presenta como un despliegue de nuevas dimensiones en el conocimiento, lo cual dista mucho de tener un “tepe” intelectual único y ampliado como sostiene Robert Costanza (1999) en la obra *Introducción a la economía ecológica*.

En la *interdisciplina* se estudian los nexos entre disciplinas. Así, ésta se encarga de estudiar las conexiones entre diversa doctrinas y objetos de estudio. En ese sentido, la *transdisciplina* no puede por menos que considerarse como un complemento (García, 1996). En esta última, se dinamiza la disciplina abarcando varios objetos de estudio y construyendo nuevos campos de conocimiento.

La *transdisciplina* pretende ocupar los espacios vacíos del conocimiento. En este sentido, puede volverse un concepto hueco y plano (Costanza, 1999). Esto equivaldría a un holismo puramente abstracto ya que no reconoce las partes como entidades heterogéneas y su inherente diversidad óptica; por tanto no puede tampoco representar el interés ecológico de la preservación. En cambio, su principio rector es económico, pues establece principios de carácter universal al contemplar el mundo como una alcancía. En la *transdisciplina*, por ejemplo, la ecología coloniza a la economía tanto como ésta coloniza a aquélla.

Es por ello que el enfoque *interdisciplinario* va más allá, como es en el caso de los autores comentados, ya que toma en cuenta las conexiones entre diversos objetos sin pretender cubrirlos todos aunque, desde luego, el esfuerzo *interdisciplinario* abarca un mayor trabajo colectivo que en los casos precedentes. No obstante, la incorporación de la *transdisciplina* a la *interdisciplina* hace que ésta última tenga la capacidad de poseer un enfoque mucho más refinado y completo, pero en nuestra opinión, sigue siendo insuficiente pues hay huecos que toma en cuenta y no puede simplificar para su comprensión. No deja espacio para las disciplinas separadas, lo que implica un cierto grado de ingenuidad; tam-

poco para la duda e intersecciones como característica esencial. Esta sería la limitación principal de la transdisciplina tal y como la manejan en la obra de Robert Costanza (1999).

De lo anterior se puede concluir que el sentido del conocimiento científico gira alrededor del *cronotopo*: todo momento en su lugar y todo lugar en su momento.

El enfoque metadisciplinario incluye a los anteriores como fases del proceso cognitivo, pero reconoce sus límites incluso cuando toma en cuenta el conocimiento no científico, no racional (Maffesoli). En ese caso, esta nueva perspectiva resulta “esotérica” en el sentido de dar a conocer lo oculto, hacer visible lo invisible, y en ese aspecto, los demás puntos de vista son exotéricos porque no revelan lo oculto y no rebasan el dogma mecanicista.

Así pues, la metadisciplina involucra las disciplinas, la multidisciplina, interdisciplina y transdisciplina (y sobre todo los saberes naturales y populares), en tanto no son opciones excluyentes sino momentos del proceso de producción conceptual cuyas premisas, una vez asentadas, implican el despliegue hacia dimensiones más sutiles e inacabadas que tratan de semejar la realidad, y no figuras perfectamente bien hechas con límites claramente establecidos. Entonces, se trata de la división del trabajo al interior del proceso de producción científica (como parte de la división social del trabajo), así como de la creación verbal que va implícita. Un ejemplo de lo anterior es el estudio del lenguaje y sus mecanismos: la evolución de la lingüística con el formalismo de Saussure, la gramática generativa de Chomsky, la hermenéutica (Derrida) y finalmente la metalingüística (Bajtín), aportan elementos en la dirección señalada. Esto, en cuanto al aspecto sincrónico que implica la semántica de la ciencia; pero además, hay que considerar la teoría de la evolución cognitiva de Jean Piaget, la cual es diacrónica.

Por último y a pesar de los avances observados, comprendemos que es imposible pretender llenar todos los vacíos, considerarlo así sería ilusorio y nos

arriesgaríamos a promover un científicismo en aras de una supuesta ciencia total, lo cual suena bien, pero no se puede lograr.

EL MÉTODO EN LA COMPLEJIDAD AMBIENTAL

Las distintas fases inherentes al método de investigación-exposición nos permiten ubicar las distintas categorías económicas según el orden en que se desempeñan dentro de la totalidad organizada, así, ésta se vuelve una realidad concreta producto del pensamiento a medida que se construye la realidad del mercado mundial. En el análisis del capitalismo que hace Marx (1972) dicho mercado es una presuposición de la realidad sensible que se va despejando en el camino que conduce a esta abstracción —que, paradójicamente, es la más concreta a la vez.

La imagen sincrónica que nos formamos del mercado mundial donde éste aparece como punto de partida de la investigación y punto de llegada de la exposición en la crítica de la economía política, va acompañada de la dimensión diacrónica conforme a una ley de secuencialidades; mientras que la visión analítico-sintética responde a una ley de simultaneidades. Desde luego que la evolución de este mercado corresponde a lo que la mayoría de los investigadores califican como globalización en sus distintas etapas históricas, al margen de una diferencia esencial entre mundialización y globalización, ya que en esta última prevalece la idea del dominio absoluto y su realización por facultades de un poder transnacional.

El mercado mundial es la única faceta del capitalismo que nos permite entender el proceso de globalización en su vertiente de profundización interna, así como en la de expansión; pero es insuficiente ya que no indica la dirección hacia el control y mando mundiales. La construcción de la sociedad global rebasa al concepto de mercado mundial porque pone por delante el conjunto de vínculos inter e intra civilizatorios y no reduce al efecto civilizador del capital en la construcción del imperio del mercado sino ya

que está referida a la formación económico-social, la cual abarca todas las otras esferas y dimensiones de la realidad histórico-natural (presentándose como civilización). Pero en la dirección del método de la economía política, y a pesar de que la globalización tiene una faceta ecológica, el mercado económico se establece como el único dios verdadero. Así, el mundo natural, la Tierra misma, se encuentra ya bajo los dominios del capital, ya que el capital crea un mundo a su imagen y semejanza y ello abarca, siguiendo a Hegel (1975: 44) (y a Kant), al mundo natural.

La persona tiene, para su fin esencial, el derecho de poner su voluntad en cada cosa, la que en consecuencia, es mía; no teniendo en sí misma un fin semejante, detiene a su determinación y anima mi voluntad; el absoluto derecho de apropiación del hombre de todas las cosas. Pero este absoluto derecho contrasta con la opinión de Heidegger (1993), para quien la técnica muestra y, con ello, degrada a la naturaleza y al hombre. Así pues, la pregunta fundamental que nos hacemos ahora es: desde el punto de vista de la crítica de la economía política, ¿qué lugar ocupa la categoría (medio) ambiente? En tanto que el proceso de mundialización no es más que el crisol que irradia la creciente interdependencia de todos los pueblos, naciones y estados, todo lo existente se va fusionando en aras de la configuración de una sociedad mundial.

El todo más desarrollado es resultado de un proceso cognitivo que va de lo abstracto a lo concreto, y al mismo tiempo, es una premisa que indica el camino que va de lo simple a lo complejo.

En primer lugar, esto significa que la aparición del concepto *medio ambiente* como parte del análisis económico es resultado de la subordinación planetaria al capital, así como del impacto global del desarrollo, y en éste ocupa un lugar destacadísimo la destrucción de la biosfera. Por tanto, la totalidad social no sería completa si no se incluye la dimensión del ambiente global dentro del análisis que la economía política realiza del mercado mundial; hoy se unen en la dominación de la población.

Por supuesto el mercado mundial ya existía (Marx, 1972), pero no había llegado al punto de impacto que tiene ahora en la dimensión de un mundo que arriesga la regeneración de los recursos naturales. De ahí que resulta imprescindible avanzar hacia la renovación de la Tierra y esto pasa por la conformación de una economía que se aboque a la restauración, ya no a la destrucción planetaria, como eje de su desarrollo. El medio ambiente se convertiría así en una categoría económica, ya no considerada sólo como condición indispensable de la vida y el trabajo (ambiente natural), así como fuente y destino de los satisfactores humanos; sino que se presentaría como un esquema donde triunfa lo artificial a nivel de ecosistemas y se mostraría cómo son éstos sometidos al capital, lo cual indudablemente acarrea una serie de desequilibrios en el nivel ecológico y social.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que el ambiente es simultáneamente una categoría económica y ecológica. Así, el ambiente en el espacio mundial es la economía, mientras que la economía en el plano mundial es el ambiente; además de considerar las demás dimensiones en que se construye la complejidad ambiental, no sólo desde el punto de vista cognitivo, sino desde la perspectiva de la mundanidad del orbe (Heidegger). Igualmente, en el análisis está presente el doble carácter del ambiente en el ámbito tanto global como local (dualidad). Es decir, el proceso de globalización puede enfocarse hacia una u otra dirección: como global-local y/o como local-global, ya que no se trata de globalización limitada a su forma actual en la que prevalece la supeditación a lo global, negando, no afirmando, lo local.

En tercer lugar, la característica de *centralidad* del ambiente marca el rumbo de la economía (Weizsaecker, 1960). En este punto los ciclos naturales exigen que las ciencias naturales subordinen a las sociales ya que los primeros determinan a los ciclos económicos e históricos, aun los de largo plazo (tipo Braudel, Wallerstein o Kondratiev). Esto tiene que ver con el calentamiento global en cuanto a si el capital tiene

el poder de imponerse sobre los ciclos de la naturaleza y si éstos se han agravado en sus fases críticas por la acción humana. Sin embargo, como se ha apuntado arriba, esto no debe llevar a plantear el dominio de unas ciencias sobre otras, ya que las ciencias naturales también están limitadas socialmente.

La centralidad ambiental posibilita el tránsito de la conciencia local a la global y de ésta a la universal.² Establece la pauta y fija los límites mínimos y máximos de la acumulación de capital, así como del desarrollo de la política, la cultura y las artes.

En cuarto lugar, representa la síntesis de múltiples determinaciones ya que conecta todo lo que el análisis de las determinaciones abstractas había separado con fines de análisis, ahora todo se vuelve a juntar; el rompecabezas puede por fin definirse.

El cuadro final expresa el tránsito de una ambiente favorable al capital, a un ambiente cada vez más desfavorable, y es aquí cuando se entiende que las catástrofes naturales sólo pueden prevenirse si comprendemos que éstas tienen un origen último en la incompatibilidad del mundo humano respecto al natural.

Es aquí cuando el ambiente se dificulta, por no poder reducir los procesos complejos a sus partes más simples y comprender que esto mismo se vuelve más elaborado (Leff, 2000), pero en un contexto de incertidumbres, ya que todo está por escribirse. En el contexto global el ambiente se ha constituido en una categoría rectora y unificadora en un mundo pleno de formas abigarradas.

Entonces, la transición del mercado mundial hacia procesos de globalización marcados por la racionalidad del capital, conduce no a plantear respuestas apriorísticas; y en ellas está presente desde luego el consenso y el acuerdo, elementos sin los cuales

el tránsito de lo global a lo universal será suspendido (o prolongado en todo caso) en ambas situaciones mediante enormes esfuerzos que la población tendrá que hacer. Ésta sería la “solución final”.

La otra posibilidad que se presenta es la de un mundo y un poder compartidos, fincados en la sustitución del paradigma del dominio por el de la supervivencia de la especie y la cooperación de los humanos con las demás especies en el ambiente del cual forman parte de manera *inter-actuante*, y sobre todo activa; en forma tal que la evolución de la especie humana (Callicot, 1998) se funde en la reciprocidad, no en la guerra hobbseana.

En quinto lugar, es necesario tomar en cuenta que el análisis secuencial y de simultaneidades tiene mayor sentido cuando se añade la dimensión acrónica, que se refiere a los que está fuera del tiempo, esto es, a lo que permanece. El hecho es que la época de la tierra considerada como el Edén se está acabando y estamos pasando a un mundo presa de la aridez y el desastre. La degradación llegó para quedarse y ello modifica el sentido que tiene el aspecto analítico y sintético del proceso del conocimiento de la realidad mundial ambiental.

En suma, en el origen y evolución de la humanidad están presentes tres etapas fundamentalmente:

En la primera, se asiste a la adaptación del hombre al ecosistema (Guha y Gadgil, 1993), mientras que en una segunda, se asiste a la adaptación y supeditación cada vez mayor de la biósfera a las necesidades sociales. Posteriormente, en una tercera etapa, que corresponde al momento actual, vivimos la era del retorno a los ecosistemas como una razón de supervivencia, y en parte, de reproducción económico-social.

En pocas palabras, el ambiente es un resultado de la interacción, del intercambio entre el hombre

2 Esto significa que los valores globales están por debajo de los universales.

y la naturaleza (la Tierra como planeta), que culmina con su funcionamiento al servicio del capital. Por ello ahora el reto es construir un ambiente que se centre en la lucha contra la degradación natural y social, superando la separación sujeto-objeto característica de la sociedad actual y de los paradigmas del conocimiento y educación que lo sostienen.

Finalmente, el conocimiento científico se convierte así en la crónica de los nuevos tiempos, diferenciando lo que es anacrónico (mirar a la naturaleza como un objeto y medio de explotación) de lo que es nuevo (la degradación) y de lo que persiste, esto es, la relación armónica a largo plazo del hombre frente a la natura (Gambra, 1973).

HACIA UN NUEVO PARADIGMA EDUCATIVO

La transición ambiental es el signo de la crisis de nuestro tiempo. Es, desde luego, también una expresión de cambios profundos que tienen un doble aspecto. Por una parte, es evidente que, de continuar con los modelos de desarrollo vigentes en países como el nuestro, éstos se ven condenados a ahondar cada vez más la brecha entre los avances de la ciencia y la tecnología de frente a una descomposición del sistema educativo nacional (que corresponde al colapso societal).

El conocimiento científico avanza aceleradamente en el mundo pero en México se acrecienta el malestar de la pobreza, el atraso tecnológico (o no apropiado), el abandono de la ciencia y el fracaso educativo. De ser lo contrario éste se traduciría en mayor y mejor desarrollo económico así como en la constitución de un tejido social favorable al desarrollo de las personas, grupos sociales e instituciones públicas (desarrollo humano y social). Los viejos paradigmas educativos se arraigaron en la mente colectiva de la sociedad frenando la capacidad de contribuir a la realización de tareas más amplias que las que ofrece el aula escolar, prácticamente aislándose ésta de la sociedad y encerrándose los docentes en sus cubículos.

Sin embargo, están apareciendo aquí y allá formas alternativas de reproducción económica, sociocultural, así como de participación política. En el caso de la educación, se han replanteado hasta el fondo las formas de impartición de la enseñanza-aprendizaje prevalecientes. Como resultado de estos esfuerzos, nos encontramos en el nacimiento de sistemas educativos formalmente más eficaces a su interior y que teóricamente pueden integrarse más a la sociedad y contribuir así a la solución de los problemas que se viven fuera del campus.

En la educación pública, especialmente en la superior (y en nuestro caso, en la agrícola y la ambiental) se han probado un sinnúmero de alternativas que no fracasaron del todo, pero fueron a todas luces insuficientes. No se trata de ignorarlas ni mucho menos descontextualizarnos de una situación en la que se pretende mercantilizar absolutamente el conocimiento y avanzar en un sentido de privatización de la enseñanza pública. Pero es indispensable que dentro de las reglas actuales, pueda avanzarse en la construcción de paradigmas educativos a la par que éstos se extienden como parte de un cambio global-local/local-global que ha venido ocurriendo. La dirección del mismo depende de los sujetos que participan proactivamente en comunidades de enseñanza como son las universidades públicas, vinculadas con las comunidades urbano-rurales.

El presente ensayo pretende aproximarse a la definición de un nuevo modelo “educa-activo” que vaya al rescate de todos, pero que se aboque a la tarea fundamental de integrarse a la transición del cambio ambiental, que a raíz del cambio climático, obliga a pensar en construir otro tipo de sociedad, de mentalidad y de un sistema educativo que esté capacitado para enfrentar los instintos sociales e individuales de destructividad que tenemos encima. De ahí que las tareas y los retos que tiene ante sí la educación ambiental son enormes, ya que en el país se destruye anualmente alrededor de una décima parte del PIB (Producto Interno Bruto) por cuenta de la degradación ecoambiental. El origen de ésta se encuentra en el ambiente social y en la ideología prevaleciente, y es ahí donde la educación

ambiental tiene mucho qué decir, pues está claro que detener la catástrofe socioambiental requiere reformular la educación ambiental para la sustentabilidad a fin de que pueda insertarse en el origen mismo de esta crisis que está en la incapacidad social para conversar y ponernos de acuerdo entre nosotros.

VIEJO Y NUEVO MODELO EDUCATIVO

Lo anterior es relevante en torno a una problemática educativa, que finalmente debe expresar esta conexión entre todas las disciplinas para la realización del cambio en el modo de vida (ser y hacer), la construcción de modelos mentales (conocer), así como de formas alternativas de vida (convivir) en el contexto del aprendizaje social de la naturaleza; ya que finalmente la educación sólo puede entenderse como una red de comunicación que incluye el lenguaje hablado y el simbólico entre los miembros de una comunidad de aprendizaje.

Desde el punto de vista de las ciencias de la complejidad, el proceso de conocimiento, debe ser contemplado en las siguientes dimensiones:

- a) En la primera dimensión, el punto de partida es la realidad y entender cómo el único *a priori* científico válido, es que el hombre pertenece a natura y no a la inversa.
- b) La segunda consiste en que el hombre pertenece al mundo.
- c) La tercera, es que el hombre crea y renueva su propio mundo.
- d) La cuarta, que la separación del hombre y la mujer en relación con la naturaleza no impide el retorno al mundo al que realmente pertenecen.

El resultado es que ahora el mundo es cada vez más diverso, porque las ideas que confirman o no las relaciones entre humanos han hecho su labor. El mundo cambia con las ideas correspondiendo a las identidades como el formar parte de la naturaleza, de la humanidad, de la sociedad y la cultura; aunque según la vertiente del idealismo absoluto, su transformación sólo sería posible cuando la idea

se convierte en sujeto como señala Hegel: “En la naturaleza tanto como en el espíritu, lo que encontramos es la idea; pero en la naturaleza la idea revisita la forma de una existencia exterior, mientras que en el espíritu es la idea que existe en sí y para sí” (Hegel, 1974: 26).

Sin embargo, el sujeto no es la idea que existe “en sí y para sí”, ni tampoco la naturaleza exterior, sino el sistema de valores —en el sentido polisémico— que en su efervescencia se traduce en los cambios del cuerpo social dirigidos por la mente humana; pero, una vez concluida esta fase, no hay que olvidar que las ideas también se convierten en cenizas y regresan a su punto de partida (ciclo económico-ecológico), que no se puede suprimir; y de esta manera el ciclo de las ideas continúa, sin ser separado del ciclo cultural de la materia.

Lo anterior puede sintetizarse señalando que entonces el ecosistema mental no flota en el aire, sino que forma parte de la evolución de los ecosistemas; ergo, si prevalece la visión peyorativa del judeo-cristianismo es su interpretación antropocéntrica —sobre todo en el Nuevo Testamento que convierte al hombre en héroe-dios— y si ello sigue iluminando los corazones y las almas de los científicos, el resultado no puede ser otro que la destrucción del mundo como producto de la aplicación de las mismas leyes de la naturaleza que el hombre “descubre”; lo que es falso porque el hombre crea, y lo hace de acuerdo a sus necesidades; por tanto no hay ciencia pura o por encima del hombre o que ostente una falsa imparcialidad frente a la cruda realidad ambiental global y local que se sufre. Entonces, la destrucción del mundo es sobre todo obra de las ideas que lo dominan (ciencias social y naturales), y sin un cambio en éstas, el malestar ambiental continuará.

Lo dicho no debe llevar a menospreciar a los científicos (y a la ciencia), que aunque no son imparciales sus descubrimientos constituyen aportes que pueden traducirse en beneficios para la sociedad y el ambiente, sin embargo, para ello deben considerarse ciertos requisitos que pocas veces se cumplen —y desde luego no nos referimos al científico de

carne y hueso, el que ve fútbol, va a misa y vive de la envidia y la soberbia—, sino del científico humanizado y ecologizado. Y así como la sociedad debe imponer su criterio en el devenir de las ciencias, los científicos deben capacitarse en el conocimiento de las ciencias sociales, sobre todo en la cuestión socioambiental (de la misma manera que los científicos sociales deben hacer lo propio respecto al conocimiento del ambiente natural).

De lo anterior se desprende que el paradigma educativo se encuentra en la cima de la transformación social, en la medida que pone en movimiento los elementos críticos del conocimiento vigente que son cuestionados por lo hechos que se viven, así como por las fallas lógicas (Feyerabend, 1988) que tienen los paradigmas en auge o decadencia; como en el caso del nuevo paradigma educativo, el cual se encuentra en un proceso constructivo de parte de los sujetos que a su vez expresan las inquietudes de otros sujetos. Esto promueve el *diálogo* y no la *polarización* entre los alumnos, entre los maestros y entre ambos, pues la rivalidad y competencia es superada por la emulación y las competencias (estas últimas en el sentido de eficacia colectiva no en el de superioridad individual), ya que el trabajo colectivo es inherente al nuevo conocimiento, lo que se refleja en el nuevo paradigma educativo.

La compatibilidad o incompatibilidad disciplinarias dependen de la perspectiva epistemológica que se tenga y de precisar cuál es el referente entre el mundo de la realidad material y el de la conceptual, en el entendido de que el modelo mental se convierte en una parte de la realidad; aunque desde luego no como su plena realización, sino como una suerte de acción-reacción donde, querámoslo o no, éste presenta su influencia desde el momento mismo en que se prepara al ser humano para lo que sería el pleno desarrollo de su personalidad, en función de las necesidades del mundo humano y natural; y sin descuidar la visión cultural que lleva implícita.

De ahí que el nuevo paradigma educativo puede ser enriquecido con las características que, de manera sintética, se mencionan a continuación y que

definen a las nuevas formas de pensamiento en la contemporaneidad:

1. *Dialógico* (Bajtín, 2000). Implica abandonar el comportamiento basado en la pura negatividad y egocentrismo, ahora mediante una dialéctica de la afirmación. Esto es, partiendo de la premisa de aceptar el argumento contrario sin rechazar el propio, lo cual lleva a una economía del lenguaje al abreviar el desgaste físico y mental, y suprimir las redundancias y repeticiones innecesarias. Sobra decir que esta primera característica se deriva la existencia de toda forma del diálogo. En especial interesa destacar el diálogo intercultural, mejor aún el diálogo intercivizadorio. En el primero, el diálogo no necesariamente está presente, como en el caso del fenómeno multicultural (Estados Unidos de América y la Unión Europea), pero que no implica una interacción, sino más bien aislamiento de grupos étnicos discriminados por los de raza blanca. En el segundo, su importancia radica en que los argumentos para consolidar sus relativas autonomías, no se reducen a lo racial o cultural sino a los proyectos civilizatorios distintos.
2. *Orgánico*. Lo cual significa que el todo está en la parte y que es mayor que la suma de las partes, que interactúan continuamente. Esto se traduce en que no hay, ni puede haber, una ruptura completa entre el hombre y la naturaleza.
3. *Alternativo*. Esto es, que permita encontrar soluciones que ya no caben dentro del positivismo lógico corriente y por supuesto en el marco de las relaciones sociales existentes. Se trata de coadyuvar, en el marco de estas últimas, a un cambio en las reglas del juego.
4. *Alteridad* (Levinas, 1999). Que confronte la realidad con la visión de los otros y permita así la realización conjunta de acciones entre los diversos actores, porque la verdad resulta de compartir miradas con los demás.
5. *Horizontal*. Que permita el flujo de información que parte de cualquier persona y no sólo del profesor, como corresponde con el viejo paradigma monológico, vertical, excluyente y basado en los

- “premios y castigos”, favoritismos, venganzas y otros mecanismos de control y de domesticación del alumno.
6. *Crítico*. Que cuestione el orden existente y plantee soluciones que modifiquen de raíz la realidad (radical), y permitan hacer un cambio de significado en las palabras y conceptos que conforman las viejas teorías considerando los nuevos contextos.
 7. *Complejo e integral*. Esto es, que capte las distintas mediaciones y dimensiones para acercarnos a la problemática de estudio de una forma más completa, sin ignorar otras opiniones.
 8. *Constructivista*. Que permita la construcción conceptual a medida que estamos inmersos en la realidad de estudio y sin descuidar la unidad entre el objeto y el sujeto (el observador es observado). De entrada, le otorga a la investigación un papel central dentro del nuevo modelo educativo.
 9. *Pluralista* (Martínez, 1982). Que permita entender que un solo método es insuficiente para conocer y transformar la realidad, y junto con ello incorpore la *diversidad* como aspecto central en los modelos educativos.
 10. *Diaclético*. Que permita acomodar posiciones aparentemente irreconciliables, juntando la diaclética de la afirmación con cierto eclecticismo.

Si de alguna manera se pudieran conjuntar en una expresión, ésta sería: *pedagogía ambiental*, pues con todas las características señaladas, en realidad estamos construyendo un *ambiente*.

LA PEDAGOGÍA AMBIENTAL

En suma, se trata de construir una pedagogía ambiental,³ cuyo núcleo es educación para todos, y para toda la vida (formal y no formalmente). Pero sobre todo, en el marco de la construcción de nuevas relaciones sociales (principalmente ancladas en la relación sociedad-naturaleza); y de nuevas forma

de pensamiento que permitan liberar al hombre de las distintas formas de opresión, así como ubicarnos en el plano de la ética de la responsabilidad, considerando por tanto dos tipos de responsabilidades:

- a) La educación para la liberación del hombre.
- b) La educación para la liberación de la naturaleza, presa de un burdo antropocentrismo (Naess, 1997).

La idea central es lograr que el proceso educativo permita, a través de un sistema de equivalencias de los signos de intercomunicación, el ejercicio del diálogo entre alumnos y maestros (subrayando la relación amigable y estoica), con la sociedad, la naturaleza (cambiar el aula por el jardín epicúreo) y las culturas (fomentando el intercambio cultural). Por ello puede establecerse que el centro de esta pedagogía ambiental se fundaría en la propuesta de una *educación para la compatibilidad*.

Los nuevos paradigmas científicos se transforman a la vez en nuevos paradigmas educativos (y a la inversa). Pero el paradigma educativo es tan sólo un eslabón en la conversión del juicio científico en juicio popular (cultura ambiental). Por eso el consenso entre científicos es insuficiente si no trasciende al plano de su aceptación social. El consenso social es el objetivo del educador y del científico, pero también juega un papel importante el maestro informal, el que no es científico, el artista, el intelectual; ya no aquel intelectual orgánico de una clase, sino de toda la sociedad en consonancia con la natura. La transición del consenso científico al popular, supone entonces tres momentos que se combinan a la vez:

- a) Transformar el modo de vida.
- b) Construir la teoría ambiental.
- c) Instrumentar varios proyectos alternos eco-productivos.
- d) Socializar las tecnologías de la información y la comunicación.

3 “Se trata de una educación que permite prepararse para la construcción de una nueva racionalidad; no para una cultura de desesperanza y alineación, sino al contrario, para un proceso de emancipación que permita nuevas formas de reapropiación del mundo”. En Leff: 48.

Pero lo más importante es moldear a la opinión pública; máxime cuando estamos inmersos en el contexto de una globalización del conocimiento que, sin embargo, tiene un gran riesgo, y éste es el entregar el poder a los científicos, traduciéndose esto en la práctica en la agudización de los conflictos que determinan al ser humano en el mundo contemporáneo; esto se traduce hoy en la adopción de tecnologías que puedan ser compartidas a nivel masivo y que no fomenten el monopolio. Moldear a la opinión pública significa a la vez varias cosas (Habermas, 1986; Estrada, 2001) en la perspectiva de la educación ambiental: renovar la existencia humana en el curso de la catástrofe socioambiental, crear personas humanas capaces de construir un ambiente eco-social sano; entendiendo por ambiente no sólo lo que rodea al hombre, a las especies y su medio, ya que es una creación del hombre que rodea (y acosa) a su vez a las demás especies y reservorios de riqueza natural.

El ambiente del siglo XXI es creado por el capital, es entonces, capitalocéntrico y está fundado en un modelo mental destructivista (Marcuse, 1993). Un nuevo ambiente entonces debe tomar en cuenta las cuatro dimensiones de la persona humana en tanto hombre-mujer-natura; hombre-mujer-humanidad; hombre-mujer-sociedad y hombre-mujer-cultura. Por tanto, la tecnología debe ser contemplada como un medio que nos permita acceder a este nuevo ambiente y no un fin en sí mismo.

Puede agregarse que la cuestión ambiental surge cuando los flujos de energía se interrumpen —a consecuencia de la continuidad de los flujos económicos— y quedan estancados en alguna de las cuatro dimensiones aludidas; siendo que éstas fluyen e interactúan entre sí.

El intercambio de información y energía entre las distintas esferas de la vida humana mencionadas, es la esencia individual y colectiva del hombre y la mujer contemporáneos, pero aquélla se limita al interrumpirse el diálogo; es decir el flujo y dirección de la energía para la comunicación.

Decía John D. Bernal que el origen de los problemas contemporáneos se encuentra en la incapacidad de dialogar, el temor al fracaso y la falta de medios para alcanzar los fines propuestos. Estos postulados se han arraigado indudablemente en la mente de los pueblos, y hoy en día se convierten en los principales obstáculos para revertir las tres crisis: la ambiental, la civilizatoria y la humana.

El ambiente, como categoría científica (transdisciplinaria y metadisciplinaria), significa constatar la presencia de dos niveles, el natural (humano-natural) y el sociocultural. El problema ambiental no puede reducirse a una crisis ecológica que, sin duda, se incrementa día a día, como puede constatarse con la documentación temática al respecto. Aunque en sentido estricto, se trata de una crisis humano-social.

Además, la dimensión social es fundamental para poder entender la crisis ecológica mundial ya que, la esencia de la crisis social está dentro de lo eco social; en segundo lugar, se presenta como crisis derivada de la disociación entre lo medioambiental y lo social; y, en un tercero, se refleja en el propio ciclo de la naturaleza.

El método científico, sobre todo cuando nos referimos a las ciencias aplicadas, tiene que ver esencialmente con la idea de dominio de la naturaleza y que, como tal, no tiene nada de científico. Pero hasta el mismo Darwin buscó hacer compatibles sus descubrimientos con la esencia de la visión creacionista descrita en el Génesis (base de la teoría del llamado “diseño inteligente”). Por eso, el método científico tradicional experimental, para ser más coherente, válido y útil, debe enmarcarse en el contexto de una pedagogía ambiental.

Finalmente, dos aspectos deben destacarse en relación a la pedagogía ambiental, y es que las fases del proceso de construcción del conocimiento van de lo diacrónico a lo sincrónico y viceversa. Pero la fase crítica supone, en segundo lugar, ir desaprendiendo lo aprendido, para que, de esa manera, haya realmente una construcción del conocimiento lo-

cal. Aquí lo importante es la compatibilidad entre la evolución humano-natural y la sociocultural, des- aprendiendo el racionalismo instrumental y cons- truyendo una racionalidad ambiental alterna en las cuatro dimensiones mencionadas arriba.

Construir una pedagogía ambiental es ir más allá de la ecología, ya que implica entender que la solución a la crisis ecológica y ambiental está en la recupe- ración o construcción de sistemas de diálogo, que permitan involucrar a todos los sectores de indivi- duos en la tarea colectiva que es esencial para la su- pervivencia de la humanidad (y en diálogo perenne con natura). En ese aspecto, en la construcción de una verdad aceptada mediante el consenso social y científico, surge la necesidad de construir una vi- sión de la verdad compartida resultado del diálogo y de una dialéctica positiva (visión caleidoscópica). Un principio rector debe tomarse en cuenta en este sentido, cuando se trata de construir una nueva pedagogía fundada en la integración de la mente individual con la social y la naturaleza, y esto tiene que ver con el ecosistema informático. Debe aban- donarse por tanto el viejo apotegma de considerar a las leyes de la naturaleza como un proceso de a- apropiación antropogénica o, mejor dicho, del robo a natura de sus secretos (Heidegger, 1993). Ello de- muestra el grado tan relativo y limitado que tiene el conocimiento científico, puesto que sólo es válido para un momento en la lógica espacio-temporal.

Lejos del robo, el conocimiento es un don de la mis- ma naturaleza que le ha dado al hombre la posibili- dad de convertirse en sujeto, siempre y cuando ello sea posible en el plano de la reapropiación social de la vida y la naturaleza. De ahí que se hable de un “aprendizaje social de la naturaleza”.

EDUCAR PARA LA COMPATIBILIDAD

Uno de los rasgos que ha planteado la educación ambiental en las diversas reuniones internacionales celebradas desde fines de los años setenta, a fin de evaluar su pertinencia y avances, es que ésta se dé bajo el enfoque de una “educación para la sus-

tentabilidad” (UNESCO, 2005). Sin embargo, debido al sentido múltiple que tiene el término sustentabi- lidad y al uso disímulo que se hace del concepto, puede llevarnos a un destino no deseado como es el de un sistema educativo enfocado hacia la sus- tentabilidad económica o ambiental o social, o bien encontrar una integración enredada entre ambas.

Otro gran aspecto es cómo elevar socialmente el paradigma, cómo lograr el consenso entre cientí- ficos y público (aquí juega un papel central la tec- nología educativa), y esto tiene que ver con la vinculación (integrar las necesidades de la sociedad civil dentro del currículo universitario) extensión (en tanto se aplican conocimientos en ciertas áreas de la sociedad; asistencia técnica, capacitación) di- vulgación (dar a conocer el público los resultados de la investigación) y difusión (influir en la opinión pública). Esto significa que llevar el paradigma hacia el pueblo, implica construir comunidades de apren- dizaje socioambiental que combinen la educación formal con la no-formal, la permanente con la tran- sitoria. Lo dicho se traduce en un sistema educativo basado en redes, dentro y fuera del aula, en don- de las comunidades de aprendizaje se comunican entre sí, y no se presentan como una simple suma de estancos del conocimiento que corresponde al viejo esquema disciplinar, ya caduco. Pero además la comunicación fluye hacia afuera de la escuela, vinculándose a la sociedad en su conjunto y con énfasis en aspectos socioproductivos.

Por lo tanto, la educación para la compatibilidad, como determinante fundamental del nuevo para- digma educativo, implica generar efectos en cas- cada entre la educación y la sociedad, que permitan entender los puntos nodales de la compatibili- dad en la siguiente forma y bajo los siguientes as- pectos: *idea-red*; *idea-movimiento*; *idea-fuerza*.

CONCLUSIÓN: EL CONSTRUCTIVISMO SOCIOAMBIENTAL

Abandonar la educación memorista, manualista y vertical, implica adentrarse al nuevo mundo edu-

cativo en el que se trata de adoptar, adaptar y corregir los viejos conceptos y construir nuevos de tal manera que el cambio se exprese desde el mismo estudiante y profesor.

El constructivismo socioambiental teórico-práctico, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje incluye los siguientes momentos:

1. Elevar socialmente el paradigma socioambiental.
2. Llevar a la práctica el “otros mundos son posibles” (*homo-faber*). Su fase previa consiste en aplicar las leyes del diálogo consensual al interior de cada comunidad, a fin de evitar o resolver conflictos.
3. El carácter autocorrectivo del ecosistema mental, requiere de la evaluación permanente. Ya que así como nuestras ideas contra natura contribuyen a la destrucción de los ecosistemas, así mismo éstas pueden contribuir a su conservación y mejoramiento.

El eje central de estas ideas es contestar la pregunta fundamental ¿Cómo lograr la aceptación del contrario, cómo evitar la confrontación estéril? Las respuestas nos acercan a una mayor eficiencia en detectar y resolver los problemas ambientales:

Enseñar a aprender a pensar alrededor de la convergencia, en vez de pensar en eliminar al contrario. Éste es el reto principal de la educación ambiental bajo el nuevo paradigma educativo.

No se trata sólo de incorporar materias ecológicas o dimensionar ambientalmente el currículo; se requieren prácticas sí, pero la más importante es el ejercicio (que es también teórico) de la comunicación humana y con natura. Cuatro objetivos se pueden incluir en este último sentido:

1. Educar en la compatibilidad conceptual al interior del grupo; 2. Buscar la convergencia conceptual y práctica con otros grupos de iguales y, sobre todo, de desiguales; 3. Encontrar las

sinergias que permitan extender la empatía entre todos sus integrantes y reducir, dentro de lo posible, las antipatías espontáneas; y 4. Considerar que la didáctica (incluyendo la tecnología educativa) es parte de la pedagogía ambiental y no un fin en sí mismo. De ahí que se haya avanzado en el consumo de las computadoras (y otros artefactos) pero no se aprovechan al no disponer de *software* propios.

Pero lo más importante, es pensar en la educación como un despliegue de las posibilidades humanas. Esto significa un pleno desarrollo del alumno y del maestro (así como de las comunidades de aprendizaje comunitario), y considerar a la educación no simplemente para crear riqueza monetaria sino, más bien, fomentar la educación como riqueza en sus múltiples aspectos.

En cuanto a la lógica implacable del mercado en el sector educativo, hay que tomar en cuenta que la conversión de la educación en mercancía es algo que no se puede evitar, sí regular. Además, el mercado puede ser una forma que coadyuve al rescate ambiental; sin embargo, no es única, ni exclusiva, ni es la panacea; en cambio ayuda a elevar el paradigma ambiental al pueblo.

La idea de que el mercado (fincado en el tener) es el criterio que subordina (subsunción de la educación al capital) el ser-conocer y actuar, esto es, capacitarse para entrar al mercado de trabajo y convertir la educación en simple mercancía, olvida que una economía de mercado no puede ser eficiente si no genera los suficientes espacios (y su tiempo) para obtener empleo y vida digna. Además, una muestra del desarrollo histórico consiste en transitar de una economía de puros valores de cambio a una donde exista el balance con los valores de uso, el equilibrio más adecuado entre ambos, pero en la mira de la preservación de la vida.

Por ello es inaceptable que las leyes del mercado dominen los criterios en la orientación educación, más aún en la educación ambiental.

FUENTES CONSULTADAS

- Adams, Richard (1983). *Energía y poder*, FCE, México.
- Asimov, Isaac (2000). *Breve historia de la química*, Alianza, Madrid.
- Bajtín, Mijaíl (2000). *Yo también existo. Fragmentos del otro*, Taurus, Barcelona.
- Biagni, Hugo y Roig, Andrés (2008). *Diccionario de pensamiento alternativo*, Biblos, Buenos Aires.
- Braudel, Ferrdinand (1986). *Las civilizaciones actuales*, Tecnos, Madrid.
- Callicot, J. Baird (1998). “En búsqueda de una ética ambiental”, en Teresa Kwiatkowska y Jorge Issa, *Los caminos de la ética ambiental*, UAM/Plaza y Valdés, México.
- Capra, Fritjof (1996). *El Tao de la física*, Sirio, Málaga.
- Costanza, Robert et ál. (1999). *Introducción a la economía ecológica*, CECSA, México.
- Chapela, Ignacio (2004). Periódico *La Jornada*, 15 de octubre.
- De Bono, Edward (1998). *El pensamiento lateral*, Paidós plural, México.
- Dussel, Enrique (2000). *La ética de la liberación*, Trotta, Madrid.
- Dyson, Freeman (1985). “El mundo, la carne y el demonio”, en: Carl Sagan, *Comunicación con inteligencias extraterrestres*, Planeta, México.
- Engels, Federico (1966). *Dialéctica de la naturaleza*, Grijalbo, México.
- Estrada, Marco (2001). “Acción y razón en la esfera política. Sobre la racionalidad deliberativa de lo político según Hanna Arendt”, *Revista Sociológica*, núm. 47, UAM-A, México.
- Feyerabend, Paul (1998). *Contra el método*, Ariel, Barcelona.
- Ferry, Luc (1994). *El nuevo orden ecológico*, Tusquets, Barcelona.
- Follari, Roberto (2001). *La interdisciplina en las ciencias sociales*, DEAS, México.
- Freire, Paulo (1978). *La pedagogía del oprimido*, Siglo XXI, México.
- Funtowicz, Silvio y Bruna de Marchi (2000), “Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad”, en: Enrique Leff, *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México.
- Gadamer, Hans Georg (1998). *Verdad y método*, Taurus, Salamanca.
- García, Rolando (1996). *La interdisciplina y los sistemas complejos*, IPN, México.
- Gambra, Rafael (1973). *Historia sencilla de la filosofía*, RIALP, Madrid.
- Guha R. y M. Gadgil (1993). “Los hábitat en la historia de la humanidad”, *Revista Historia y Ecología*, Barcelona, Icaria, pp. 67-119.
- Gardner, Howard (1998). *Inteligencias múltiples*, Paidós, México.
- Guillamaud Jacques (1971). *Lógica dialéctica y cibernética*, Artiach, Madrid.
- Habermas, Jurgen (1986). *Historia y crítica de la opinión pública*, G. Gilly (ed.), Barcelona.
- Hegel, GWF (1974). *Enciclopedia de la ciencias filosóficas*, Juan Pablos, México.
- Hegel, GWF (1971). *Fenomenología del espíritu*, FCE, México.
- Hegel, GWF (1975). *Filosofía del derecho*, UNAM, México.
- Heidegger, Martin (1971). *El ser y el tiempo*, FCE, México.
- _____ (1993). *La pregunta por la técnica*, Alfa, Madrid.
- Kwiatkowska, Teresa e Issa, Jorge (comp.) (1998). *Los caminos de la ética ambiental*, vol. I, Plaza y Valdés, México.
- Laszlo, Erwin (1996). *La gran bifurcación*, Gedisa, Barcelona.
- Laszlo, Erwin (2008). *El cambio cuántico. Cómo el nuevo paradigma científico puede transformar la sociedad*, Kairós, Barcelona.
- Leff, Enrique (2007). *Aventuras de la epistemología ambiental*, Siglo XXI, México.
- _____ (coordinador) (2000). *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México.
- _____ (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI, México.
- Levinas, Emmanuel (1999). *La huella del otro*, Taurus, México.
- Maffesoli, Michel (2006). *Los nómadas modernos*, FCE, México.

- Maffesoli, Michel (2002). “El reencantamiento del mundo”, *Revista Sociológica*, año 17, núm. 48, enero-abril.
- Martínez Lorca, Andrés (1982). *Átomos, hombres y dioses*, Tecnos, Madrid.
- Marcuse, Herbert (1993). “La ecología y la crítica de la sociedad moderna”, *Revista Historia y Ecología*, núm. 2, Icaria, Barcelona.
- Marx, Karl (1974). *El capital*, FCE, México.
- Marx, Karl (1972). *Fundamentos de la crítica de la economía política*, Biblioteca de Ciencias Sociales, La Habana.
- Mc. Kibben, Bill (2009). *Deep economy*, Penguin, London.
- Morin, Edgar (1993). *Tierra patria*, Nueva Visión, Buenos Aires.
- Morin, Edgar (1993). *La ciencia con conciencia*, Anthropos, Barcelona.
- Morson, Gary Saul (1993). *Bajtín. Diálogos*, UNAM, México.
- Naess, Arne, (1997). “La ecología profunda”, en: Teresa Kwiatkowska y Jorge Issa, *Los caminos de la ética ambiental*, vol. 1, Plaza y Valdés/Conacyt/UAM, México.
- Nietzsche, Federico (1997). *Obras completas*, Edimat, Madrid.
- Pérez Tamayo, Ruy (1982). *Serendipia*, México, Siglo XXI.
- Pérez, Margarita (2002). *Gestión del conocimiento en el aula universitaria*, Tesis de doctorado en Educación Agrícola Superior, Chapingo, México.
- Prennant, Charles (1972). *Darwin y el darwinismo*, Colección 70, Grijalbo, México.
- Rojo, Manuel (1983). *Exposición metódica de la psicología de los complejos de Carl Gustav Jung*, Eunibar, Barcelona.
- Rivas Sepúlveda, Miguel Ángel (2002). *El uso del suelo bajo una racionalidad ambiental*, Chapingo, México.
- Rivas Sepúlveda, Miguel Ángel (2002). *El uso del suelo bajo una racionalidad ambiental*. Chapingo, México.
- Rorty, Richard (1998). *La filosofía y el espejo de la naturaleza*, Cátedra, Madrid.
- Torres, Guillermo. “La metadisciplina en la educación ambiental”, *Revista Ra Ximhai*, vol. 2, núm. 1, UAIM, México.
- Tyrantia, Leonardo. “Ecología de la mente. El binomio natura-cultura en la obra de Gregory Bateson”, en: Teresa Kwiatkowska (compiladora), *Humanismo y naturaleza*, Plaza y Valdés/UAM, México, 1999.
- Tyrantia, Leonardo (2009). *Evolución y sociedad. Termodinámica de la supervivencia para una sociedad a escala humana*, UAM-I/Juan Pablos Editor, México.
- UNESCO (2005). *Decenio con miras hacia un desarrollo sostenible 2005-2014*, México.
- Wallerstein, Inmanuel (1998). *El sistema mundo*, Siglo XXI, México.
- Watzlawick, Paul (1998). *La realidad inventada*, Gedisa, Barcelona.
- Weizsaecker, C. F. von (1960). *The history of nature*, University of Chicago, Chicago.
- Wolf, Eric (1967). *Pueblos y culturas de Mesoamérica*, Era, México.
- Wolf, Eric y Palerm, Ángel (1972). *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, SEP, Sep Setentas, México.

Sociedad y naturaleza: una mirada desde la economía y el medio ambiente

4

Ciro Alonso Serna Mendoza

INTRODUCCIÓN

La economía moderna se ha visto sustancialmente empobrecida por la distancia creciente entre economía y ética.

Amartya Sen

En ciertos escenarios académicos, políticos, sociales y ambientales se declara que el modelo económico dominante o los conceptos que lo integran son responsables de que el bienestar económico implique malestar ecológico. Partiendo de este supuesto, una forma de comprender las causas y de contribuir a la solución de la problemática ambiental es develar en qué consisten, en qué términos se plantea la relación hombre-medio ambiente, las propuestas que incluyen la dimensión ambiental en

el campo de la economía, y si al igual que las teorías ambientales, dichas propuestas acuden a la ética como factor adecuado para disminuir las externalidades¹ negativas generadas en el ambiente, por la actividad económica.

TEORÍA ECONÓMICA Y MEDIO AMBIENTE

Para determinar cómo establece la ciencia económica la relación hombre-medio ambiente, es indispensable analizar algunas de las propuestas desarrolladas en este campo, que incluyen la temática ambiental y los planteamientos éticos expuestos en ellas, explícita o implícitamente, como lineamientos reguladores de la interacción entre los seres humanos y su entorno.

¹ La *externalidad* es aquella situación en la que un agente genera un nivel positivo (beneficio externo, externalidad positiva o economía externa) o negativo (costo externo, externalidad negativa o *des-economía* externa de bienestar a un tercero. Un costo externo implica que un agente provoque una pérdida de bienestar a otro agente y no la compense. Cuando el agente que causa la externalidad la compensa, se dice que el efecto se internaliza.

Economía ambiental

La economía ambiental es una rama de la economía ortodoxa que parte del concepto de naturaleza como elemento externo al sistema económico, y de la idea de mercado —del valor mercantil— para estudiar los problemas suscitados por la gestión del ambiente físico (Pearce y Turner, 1995; Field, 1995), y explica cómo y por qué las personas, bien sean consumidores, firmas u organizaciones públicas o privadas, toman decisiones que tienen consecuencias ambientales, y la manera como se pueden cambiar instituciones y políticas económicas con el propósito de armonizar la satisfacción de deseos y necesidades humanas, minimizando impactos en la ambiente.

Los aportes analíticos de esta disciplina corresponden a tres niveles básicos: nivel *macro*, centrado en la relación desarrollo-ambiente, nivel de grandes agregados sectoriales enfocado en las interrelaciones económicas y ambientales pertinentes; nivel *macroeconómico*, centrado en la actitud y conducta de la unidad de producción, o sea, la empresa en sus distintas formas, y la unidad doméstica (hogar); y por último, el nivel *global o planetario*, en el cual se producen fenómenos derivados de la contaminación en sus distintas formas que no reconocen fronteras ni territorios específicos. Los tres primeros niveles están vinculados; en conjunto son determinantes de la disponibilidad y oferta actual y futura de materias y sustancias de origen natural, cambios en el hábitat y equilibrio de los ecosistemas, que comprometen la existencia de las generaciones presentes y futuras de seres vivos (Serna, 1994: 18).

Para abordar el problema de la explotación de recursos naturales apropiados o apropiables individualmente, la economía ambiental ha incorporado los conceptos de economía clásica y neoclásica, y elementos de otras disciplinas como la ecología, la psicología y la sociología para determinar, en función de las tasas óptimas de extracción de recursos de acuerdo a su oferta, demanda, tasa de interés, tasa de descuento, y la distribución de los costos de contaminación, un costo o precio que represente

la internalización de externalidades causadas en el ambiente por dicho procedimiento. Sin embargo, a pesar de representar un aporte en el área ambiental, esta corriente tiene algunas concepciones limitadas que omiten condiciones obvias de la realidad. Entender la economía como un sistema cerrado, no abierto al entorno, con el que únicamente se intercambia materia, energía e información, implica que la naturaleza sea un bien más de la economía cuyo uso es regulado por el valor del mercado.

Aplicar teorías e instrumentos de análisis económico clásico para determinar el valor de los recursos naturales en el mercado supone que el medio ambiente sea entendido como fuente de recursos que carece de valor intrínseco y cuyo valor extrínseco es constante y no dinámico, pero al mismo tiempo, implica no reconocer que la sociedad va cambiando la percepción y valoración del ambiente en el que se desarrolla; por tanto, es factible que en el proceso de valoración económica sea fundamental y prioritario diseñar metodologías pertinentes para asignar un valor monetario no arbitrario que regule la relación hombre-medio ambiente.

Aunque sea útil asignar valores monetarios que incluyan el costo de internalizar las externalidades o el costo de las ineficiencias de los procesos de producción y consumo, en tasas e impuestos en el costo total de los recursos o productos, la valoración de la naturaleza como mercancía bajo estos criterios es inadecuada porque al determinar valores basados en modelos matemáticos que muestran la conveniencia de agotar hasta su extinción un recurso natural de lenta reposición, generalmente se excluye la tasa de reposición natural, omitiendo los problemas energéticos y ambientales donde no sólo se compromete la *cantidad* de recursos, sino la *calidad* de los mismos bajo el supuesto de que la contaminación tiene un precio y es una mercancía más y está sujeta al juego de oferta y demanda del mercado.

Esta teoría es inconsistente porque el equilibrio del mercado no está en un nivel óptimo real, ya que el precio es arbitrario con respecto al medio am-

biente como lugar donde se desarrollan todas las actividades humanas, es decir, que el medio ambiente es un bien público y no un bien normal, por lo tanto, no responde a las leyes de oferta y demanda y no evita el deterioro ambiental en razón de que desconoce aspectos, a veces relevantes, acerca de cuál es el valor real del medio ambiente y cuáles las motivaciones por las que se contamina o por las que se evita hacerlo.

Sin desconocer que la economía ambiental conserva los criterios de la racionalidad económica cuestionados y señalados como responsables de las actitudes netamente mercantiles que han destruido el equilibrio ambiental y han puesto en riesgo la existencia de los seres vivos, no sólo en el presente sino también en el futuro, esta disciplina intenta establecer costos ambientales para incluirlos en el costo total de producción, como mecanismo eficiente que permita superar las ineficiencias referentes a la producción y reparar daños ambientales ocasionados por las actividades económicas, lo cual resulta útil a corto plazo porque se van desarrollando alternativas menos agresivas con la naturaleza y programas de recuperación ambiental. Sin embargo, la permanencia del criterio de maximización de utilidad, indiscutiblemente construye un sistema de valoración inadecuado porque no toma en cuenta una parte de la realidad del hombre que no se puede valorar en términos monetarios porque probablemente no existe un valor monetario que contenga y represente el valor intrínseco y extrínseco de un objeto en relación a las intenciones, sentimientos y circunstancias de cada persona.

Cuando se establecen límites para los recursos como una forma de responsabilidad para la preservación del sistema económico y la existencia de generaciones presentes y futuras de seres vivos, puede decirse que la economía ambiental tiene planteamientos que corresponden a la ética de la responsabilidad, sin embargo, el nivel de responsabilidad del hombre frente al medio ambiente no cumple los parámetros exigidos por este tipo de sistema ético porque las consecuencias de las acciones económicas sólo son previstas a corto pla-

zo, y el mínimo de mal establecido tiende a ser alto cuando se tiene como parámetro para su determinación, la maximización de utilidades individuales a las que no se renuncia, a pesar del conocimiento de que se está haciendo algo incorrecto para las generaciones futuras al agotar o explotar la naturaleza en función de la utilidad.

Economía ecológica

La economía ecológica es un enfoque transdisciplinario que contempla límites ecológicos para el crecimiento económico; se ocupa de estudiar y manejar el problema de la sustentabilidad, contaminación y explotación de los recursos a nivel local, regional y global, para diseñar, proponer y ejecutar planes integrales que compatibilizan el desarrollo de los procesos tecnológicos, de producción y de consumo con el medio ambiente, y superan las limitaciones de la economía ambiental y su enfoque económico tradicional.

Bajo esta perspectiva, la economía es un subsistema abierto sustentado por el ecosistema finito que tiene como máximo nivel la biosfera, la cual recibe y crea un flujo de energía que garantiza el desarrollo de los ciclos bióticos y abióticos del planeta. El-transflujo o parte del flujo de energía de la biosfera, que es utilizado como materia prima y energía, es transformado por el hombre en sus actividades de producción o consumo, las cuales generan a su vez calor y residuos materiales que deben ser absorbidos, degradados y reutilizados nuevamente por la biosfera (Serna, 1994: 22-24).

Esta concepción evidencia el peligro de entender la economía como sistema cerrado y la sostenibilidad como la plantea la economía ambiental para solucionar el problema de la crisis ecológica, porque al internalizar los valores ambientales en una economía cerrada se disminuyen los efectos, pero se descuidan las causas estructurales que producen desgaste en la biosfera, algunas veces irreversible, y la destrucción de recursos naturales necesarios para satisfacer a corto, mediano y largo plazo, necesidades vitales de la mayoría de seres vivos.

En esta descripción sobre la *resiliencia* como capacidad de los ecosistemas y la biosfera, para absorber, degradar, reutilizar y reponer los insumos tomados para actividades económicas, se integran las relaciones entre el sistema económico y la ecología.

La resiliencia, para algunos obvia —y rebasada— por las nuevas tecnologías que aumentan el uso de insumos en la producción o como satisfactores de necesidades— no es tomada en cuenta a nivel general, pues Malthus anteriormente ya había advertido sobre las futuras limitaciones en el uso de materias provenientes de la naturaleza que la especie humana afrontaría dada la diferencia entre las tasa de crecimiento poblacional y la de los recursos naturales.

Con respecto a los costos, la economía ecológica propone la implementación de nuevos instrumentos económicos para medir el estado real del medio ambiente, tales como un sistema de contabilidad general que incorpore los costes ecológicos, dado que el trabajo femenino (el doméstico y la reproducción) y el medio ambiente se excluyen de todas las contabilidades nacionales como lo plantea Marilyn Waring; por lo tanto, se hace necesario un indicador del bienestar que sustituya al Producto Interno Bruto (PIB) y que incluya tanto los gastos de defensa del medio ambiente como la depreciación del capital medioambiental a largo plazo, como el Producto Nacional Neto Social Sostenible. Otras propuestas similares son: la aplicación del modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), con sus variantes Fuerza Impulsora-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR) y Fuerza Impulsora-Estado-Respuesta (FER), propuestos por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo OCED.

Desde el enfoque de la economía ecológica, el reto es hacer compatible el bienestar económico y la conservación del medio ambiente, acudiendo y exigiendo participación desde todos los campos

de saber y ámbitos de la vida social, dado que los mercados no existen de manera natural ni actúan de manera invisible, sino que son organizados y contruidos tanto social como políticamente. Por lo tanto, esta concepción alude a una ética de la responsabilidad pero suministra mayores criterios para determinar lo que está bien y mal. Elabora criterios de tipo cuantitativo y cualitativo para una valoración integral del medio ambiente y aproximada a la realidad, lo que posibilita la compatibilidad con sistemas éticos como el eudemonismo porque suministra elementos teóricos adicionales y apela a la capacidad de preferir racionalmente lo que acerca al hombre a su sociedad y a la felicidad. La medida de valor cambia, pues no sólo importa la cantidad sino la calidad.

Desarrollo sostenible (Serna: 1994)

En 1972 la comisión Brundtland expresa la necesidad de mantener y regular un crecimiento económico constante para que fuese socialmente justo con las generaciones actuales y futuras, y ecológicamente viable. Surge entonces como propuesta económica para incluir el tema del medio ambiente en el cuerpo teórico de esta ciencia, el concepto de *desarrollo sostenible*, concerniente a la utilización y existencias de los recursos naturales biológicos no renovables (minerales, combustibles fósiles), y los sistemas cíclicos (atmósfera, hidrosfera, litosfera), para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias² (Soldani, 1996: 87).

En este documento, se entiende que el desarrollo sostenible es un paradigma que considera la capacidad de un sistema, proceso o actividad humana, de transformarse cualitativa y cuantitativamente, integrando y regulando las interacciones físicas, químicas, biológicas, económicas, sociales, políticas y culturales de elementos o actores, de manera proporcional al crecimiento económico y

2 Definición correspondiente a la desarrollada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

al bienestar social, garantizando a nivel global la explotación sostenida de recursos o factores productivos a largo plazo, así como el derecho de las generaciones futuras de disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de dicho sistema, proceso o actividad humana.³

En este contexto, los problemas ambientales se definen como la imposibilidad del ecosistema de proveer el flujo de materia y energía suficientes para el desarrollo de las actividades inherentes a cada especie. En otras palabras: es la situación en que la Oferta Natural (ON) o el sistema biofísico (geoforma, cobertura vegetal, suelos, clima biodiversidad y población humana) está por debajo de la Demanda Social (DS) o límite del crecimiento compuesto por los sistemas cultural, simbólico, organizacional, cognitivo y tecnológico. El equilibrio del sistema se produce cuando la ON es superior o igual a la DS, de lo contrario habrá inestabilidad, la cual sólo se corregirá con una reducción de la demanda social o el ingreso de energía externa al sistema.⁴

La capacidad transformadora de una cultura para garantizar su sostenibilidad depende de la forma en que interaccionen cuantitativa y cualitativamente las variables que definen la disponibilidad social y la oferta natural. En este sentido, los diferentes campos de conocimiento deben diseñar planes de acción y precisar componentes y metodologías para interpretar y orientar las acciones del hombre, garantizando a largo plazo los beneficios obtenidos del medio ambiente, y respetando la capacidad limitada que tiene la naturaleza tanto para proveer dichos elementos como para absorber los desechos que resultan de las actividades humanas.

El concepto de desarrollo sostenible incluye, las siguientes dimensiones:

Capacidad del sistema o proceso de optimizar los recursos que han sido empleados o transformados sin

destruir el ambiente o sostenibilidad ecológica; posibilidad que tienen los actores sociales de interactuar de una forma razonable con su entorno o sostenibilidad social; reconocimiento y cumplimiento de la legitimidad del Estado como expresión política de la sociedad o sostenibilidad política; aceptación de la trascendencia y significación al sistema o proceso en el imaginario colectivo o sostenibilidad ideológica y cultural otorgándole a éste la trascendencia y significado; capacidad del sistema educativo para facilitar a sus usuarios herramientas para participar en los procesos sociales con criterios de sostenibilidad o sostenibilidad educativa; legitimidad y apropiación de la comunidad de las instituciones públicas y privadas, y capacidad del Estado para contribuir con criterios de sostenibilidad a la satisfacción de necesidades de la sociedad o sostenibilidad institucional (Serna, 1994).

La importancia de analizar estas dimensiones radica en que contribuye a eliminar los conceptos ambiguos poco fundamentados y, algunas veces, hipotéticos, que están siendo generalizados en diferentes escenarios, así como a clarificar que la complejidad del concepto de desarrollo sostenible se debe al holismo que existe en él. Los modelos relacionados a continuación permiten identificar esta tendencia.

1. *Amory Lovins*: propone que para que exista un mejoramiento ecológico deben darse cambios técnicos y tecnológicos en los modelos de producción y consumo enfocados en la eco-eficiencia.
2. *N. Georgescu Rogen*: plantea que el circuito económico es un proceso material que absorbe y expelle continuamente materia y energía al sistema global, de manera que se produce un desequilibrio ambiental y hay riesgo de permanencia para las generaciones presentes y futuras de seres vivos, cuando el crecimiento económico no está determinado ni limitado por la capacidad y espacio de la tierra.

3 Adaptado de las definiciones de Víctor Urquidí y Gustavo Wilches-Chaux.

4 Modelo explicativo de Francisco González.

3. *Herman Daly*: considera que la economía es un subsistema abierto cuyo máximo nivel es la biosfera y que el crecimiento económico está determinado y limitado por el bioespacio.
4. *David Gugerti*: en *¿La expansión del mundo hacia la aldea mundial?* sostiene que el hombre es un ente en sociedad que tiene una interdependencia constitutiva interdependiente constitutivamente con los demás entes, que la estructura determina la estrategias y que el motor de la economía no es el capital sino, especialmente, el conocimiento o información operativa. Pretende garantizar la competitividad en la interrelación económica, social, cultural y ecológica nacional e internacionalmente, explotar nuevos mercados relacionados con lo ambiental, y optimizar los procesos de producción para que sean eco-eficientes.
5. *Filosofía o metodología ZERI (Zero Emissions Research Initiative)*: es definida como una estrategia metodológica de producción basada en el análisis del rendimiento total o uso total de residuos, ya sea dentro del proceso que los generó o en otras industrias, caso en el que se forman grupos industriales o por el desarrollo de nuevas tecnologías de acuerdo a las políticas industriales, gubernamentales y científicas.

Aunque el concepto de desarrollo sostenible haya surgido en el marco de la ciencia económica, el medio ambiente y su problemática actual exigen transdisciplinariedad, de lo contrario, puede generarse un círculo vicioso en cuanto se plantea que la recuperación del medio ambiente requiere crecimiento económico y si éste es medido en términos de (Producto Interno Bruto) PIB o cualquier otro criterio monetario y cuantitativo susceptible de ser cuestionado por su validez para medir bienestar, nuevamente puede caerse en el error de interpretar como positivo un aumento en estas variables, dejando de

lado que el objetivo no es el crecimiento económico ni la optimización en el uso de recursos naturales y técnicas eficientes y eco-eficientes, sino solucionar problemas causados por el sistema económico como la desigualdad social y la crisis ecológica, sin renunciar al desarrollo económico, haciendo justicia intergeneracional. La clave es que el desarrollo económico no sea entendido como crecimiento económico y que los conceptos económicos tengan el peso necesario dentro de este esquema que se ha propuesto la humanidad.

Solow expone que la sostenibilidad tiene que ver con la responsabilidad del hombre de garantizar el futuro de los seres vivos y el desarrollo integral de los mismos; estos lineamientos corresponden a los de Hans Jonas en la ética de la responsabilidad, no obstante que ésta requiere no sólo la interdisciplinariedad sino la transdisciplinariedad, como medio para evitar la destrucción y garantizar la preservación del medio ambiente y el desarrollo de las actividades de los seres vivos.

El criterio de maximización de utilidades queda limitado a los niveles más altos de rendimiento sostenible o máxima capacidad de explotación, es decir, la valoración deja de ser subjetiva porque adopta criterios tales como la equivalencia entre las tasa de explotación y renovación de recursos; conociendo estos dos parámetros es factible visualizar las consecuencias ocasionadas con el tiempo en el medio ambiente y, así, tomar acciones responsables en el momento de ejercer actividades que comprometan los recursos ambientales existentes.

Sin embargo, el valor dado a la naturaleza está fundamentado en que es un factor limitante⁵ para el crecimiento económico y en la consistencia política y económica de la sociedad a partir del cual se ha empezado a promover un cambio tecnológico

5 Un factor se vuelve limitante cuando un incremento en el (los) otro (s) factor (es) no incrementa el producto, pero un incremento en el factor en cuestión (el limitante) va a incrementar el producto. otros factores diferentes no ocasiona un aumento en la cantidad de producto, pero un incremento en este factor aumenta la producción.

para prevenir los daños ambientales, así como un cambio conceptual en el que el desarrollo se concibe como un proceso natural que se da con el paso del tiempo, porque el valor inherente de la naturaleza era convertido en valor de uso.

Racionalidad económica y medio ambiente

Al interpretar las discusiones actuales acerca de la crisis ambiental nos encontramos con que frecuentemente se sugiere la racionalidad económica como causa principal de esta situación, pero es poco habitual encontrar discursos estructurados al respecto, lo cual implica que primero hay que determinar en qué consiste la racionalidad económica y cuáles son sus planteamientos determinantes en la relación hombre-ambiente que la hacen responsable del problema ambiental.

La teoría económica tiene su fundamento en los argumentos de Adam Smith sobre el equilibrio natural de las motivaciones que sostiene que la conducta humana es integrada y movida por seis aspectos: egoísmo, conmiseración, deseo de ser libre, sentido de propiedad, hábito del trabajo y tendencia a permutar y cambiar una cosa por otra, factores que representan, a su vez, los intereses del hombre. En este sentido, la libertad humana es fundamental para que cada ser humano satisfaga sus intereses y se realice de forma natural. Cada sujeto, al buscar su propio beneficio, es conducido por una mano invisible para promover un fin, el bien común, aunque este no haga parte de su propósito. De esas premisas Smith deduce, que todo hombre es capaz de comportarse de una manera racional, o sea, de obtener los beneficios máximos con los recursos dados o de reducir al mínimo sus costos al alcanzar un nivel dado de aprovechamiento particular y colectivo (Godelier, 1979; Weber, 2004).

El criterio de racionalidad económica denominado también principio de maximización de utilidad o principio formal de toda actividad orientada a un fin, tiene como precepto que todo hombre es ca-

paz de comportarse de una manera racional, o sea, de obtener los beneficios máximos con los recursos dados o de reducir al mínimo sus costos al alcanzar un nivel dado de aprovechamiento particular y colectivo. Una economía que busca esencialmente utilidad tiene como fundamento una teoría subjetiva del valor, por lo que el comportamiento racional en las actividades de los agentes que toman decisiones es insuficiente para asegurar la racionalidad general del sistema ya que éste tiende a la acumulación de capital y al desarrollo ilimitado de la fuerza productiva, y no a la satisfacción de las necesidades de la sociedad, lo que ocasiona desequilibrio entre las capacidades de producción y consumo de la sociedad, y las condiciones de producción de utilidad así como las de su realización.

La gran depresión, la desigualdad norte-sur, la apertura de la brecha entre ricos y pobres, y la crisis ambiental, son algunas de las situaciones que reflejan las irregularidades producto de la racionalidad económica a nivel global; lo realmente extraño es que aun conociendo estas limitaciones, la ciencia económica sustente su estructura teórica en la equivalencia entre la racionalidad económica y la racionalidad del ser humano a pesar de las continuas reflexiones que le exigen otros campos del saber.

Afortunadamente, a partir de los planteamientos expuestos por G. A. Akerlof, A. M. Spence y J. E. Stiglitz en su análisis de los mercados con información asimétrica, y los de Daniel Kahneman sobre la racionalidad (o irracionalidad) de los seres humanos en función de la información de que disponen, hay trabajos recientes que han obtenido el Premio Nobel de Economía (en los años 2001 y 2002 respectivamente); esto quiere decir que la ciencia económica —aunque no todos los economistas y agentes económicos estén incluidos— está replanteando su concepción de racionalidad al incluir algunos elementos que explican por qué son posibles diferentes sistemas de medición de costos y estimaciones de valores en un mismo individuo, y por qué ciertos comportamientos no pueden ser explicados con un único sistema de racionalidad como el económico.

Para analizar por qué la racionalidad económica puede ser un factor determinante en la crisis ambiental mundial, vale la pena precisar que la ciencia económica contemporánea entiende por *racionalidad*, un sistema de ordenación de preferencias o una forma de elegir relacionada con el número de alternativas de elección y determinada por la diversidad de criterios, principios o razones adoptados por una persona de acuerdo a la época, cultura y sociedad, que le sirven para ordenar sus opciones en el momento de tomar la decisión. Por tanto, cada alternativa tiene un valor y costo que son variables y que dependen de los criterios de medición construidos a partir del conocimiento que posee cada ser humano.

El concepto de *sistemas de racionalidades*⁶ es fundamental para la economía en tanto define que el hombre tiene varias racionalidades (instintiva, tradicional, política y financiera), y que, aunque algunas veces coincidan por la existencia de un conocimiento perfecto sobre una realidad, existen ocasiones en que la coherencia (concordancia) no es posible entre ellas y una prevalecerá sobre las otra al momento de decidir. Lo que hacen las racionalidades es determinar el orden de preferencia entre las alternativas en relación a las estimaciones de costes y beneficios establecidas de acuerdo a la información disponible; por lo que la racionalidad o irracionalidad depende del nivel de asimetría de información—coherencia y calidad de información— o de la capacidad humana para evaluar el conocimiento de que se dispone.

Daniel Kahneman y Tversky, han demostrado que si un ser humano tiene que elegir entre dos posibilidades, A y B, elegirá una de estas dos opciones, pero si se le ofrecen alternativas “triviales”, modifica el orden de preferencias entre A y B; es decir, su elección podría ser diferente a la inicial. Estas posturas, aparentemente irracionales, son frecuentes y ob-

servables en las situaciones calificadas en la teoría de juegos como *dilema del prisionero*. Al elegir entre dos situaciones alternativas, “todos cooperan” y “ninguno coopera”, es altamente probable que todos elijan la primera alternativa porque el valor para todos es mayor al de la segunda; si se adicionan otras dos posibilidades, “yo coopero, los demás no” y “los demás cooperan y yo no”, entonces la decisión racional de todos los agentes es diferente y probablemente pone en riesgo la cooperación.

El dilema del prisionero y otros problemas de racionalidad colectiva en los que los objetivos planteados por seres racionales no pueden alcanzarse teóricamente de una forma óptima, permiten reflexionar sobre cuáles son las posibilidades de maximizar el bienestar social si sólo se persiguen fines que maximicen el bienestar individual. Este es un asunto de relevancia práctica para la teoría económica cuando se pretenden conductas cooperativas encaminadas a superar la injusticia intergeneracional que enfrenta hoy la humanidad a nivel medio ambiental.

En cuanto a la utilización, recuperación y cuidado del medio ambiente, existen varias alternativas: “todos cooperan”, “ninguno coopera”, “yo coopero y los demás no” y “los demás cooperan y yo no”. Un país como Estados Unidos que aporta aproximadamente el 30% de la contaminación mundial, decide no cooperar negándose a firmar el Protocolo de Kioto, generando nuevas opciones para otros agentes al momento de decidir porque conocen diferentes alternativas, así como los costos-beneficios generados en que han incurrido otros agentes de acuerdo con la elección de una alternativa específica; esta información será estimada según las diversas racionalidades.

Si se ve al medio ambiente como un recurso más por aprovechar y no como un sistema complejo de relaciones que tiene efectos directos sobre los

6 Se denomina sistema de racionalidades a la diversidad de criterios, principios o razones adoptados por una persona de acuerdo a la época, cultura y sociedad, que le sirven para ordenar sus opciones en el momento de tomar la decisión.

seres vivos y las actividades humanas en el tiempo, las actitudes que se dan frente al ambiente serán diferentes porque estarán determinadas por las concepciones e información que tenga cada individuo, de manera que la probabilidad de que existan actos irracionales frente al medio ambiente será mayor si la información al respecto es insuficiente o parcial.

Kahneman y Tversky señalaron desde 1979 otro problema adicional que debe superar la economía al imponer la utilidad como criterio predominante de decisión: se trata del *efecto certidumbre* o tendencia a subestimar los resultados que son sólo probables en comparación con los resultados que son obtenidos con seguridad; esta dificultad de hacer estimaciones en situaciones de riesgo o con información deficiente sobre las consecuencias de una elección, favorece la aversión al riesgo en elecciones que implican ganancias seguras y la preferencia por el riesgo en elecciones que implican pérdidas seguras

En cualquier caso, los eventos a largo plazo son siempre menos seguros y documentados que los sucesos a corto plazo, en el caso del medio ambiente esta tendencia explica, de alguna manera, la resistencia a ejecutar en el presente las acciones propuestas para superar la dificultad ambiental de una forma eficiente, dado que entre mayor sea el periodo de cuestión para que ocurra una situación, el valor estimado sobre sus costos y beneficios será menor.

G. A. Akerlof, A. M. Spence y J. E. Stiglitz, en sus análisis de los mercados con información asimétrica, revelan que la desigualdad en la información no sólo es una limitante de la racionalidad económica por su impacto sobre la asignación eficaz de los recursos, sino un inconveniente común a todas las formas de racionalidad. La economía ortodoxa construye su concepto de racionalidad de mercado sobre la suposición de que todos los agentes económicos tienen acceso a toda la información relevante para sus decisiones sin ningún costo, situación que día a día está más lejana de la realidad. Generalmente se percibe que una de

las partes que intervienen en una transacción económica tiene más información que la otra, ventaja que tiene un costo usualmente elevado.

Cuando se habla de la superación de los límites de la resiliencia planetaria o del desequilibrio ambiental ocasionado por una demanda social mayor a la oferta natural del sistema, se advierte que los productores tienen información completa de los desechos que debe absorber el sistema desde el momento de la producción hasta el del consumo del producto. Dichos datos son a veces desconocidos, conocidos parcialmente o bien sabidos por parte del consumidor, quien probablemente tomaría otra opción si tuviera la certeza de que al utilizar dicho bien tendrá que pagar un costo adicional por la contaminación que está ocasionando o si supiera que está absorbiendo un costo que el productor conocía y pudo evitar o asumir, pero se lo trasladó. Es el caso de los empaques no biodegradables en el que el productor disminuye sus costos colocando su producto en el mercado a un precio inferior al que tiene otro productor de la industria que utiliza una metodología ecológicamente eficiente para desarrollar su actividad, modificando el precio del bien a un nivel que no es óptimo.

Relación entre ética, medio ambiente y economía

Es necesario revisar las concepciones teóricas sobre la relación hombre-ambiente que son parte del sistema de valores y de racionalidad de la ciencia económica, y lo que implica adoptar dichos criterios en la construcción e interpretación de la realidad y como parte del comportamiento humano frente al entorno, con el fin de develar si esta visión del mundo es realmente responsable de que las acciones humanas sean irracionales con respecto al medio ambiente.

Usualmente en la literatura económica se describe al hombre como un ser individualista y autónomo que sólo piensa en maximizar sus propios intereses generalmente definidos en términos monetarios. Bajo la misma perspectiva el concepto de medio

ambiente corresponde a la idea de naturaleza reducida a la categoría de cosa sometida que puede ser infinitamente dominada, y generalmente es considerada como un elemento externo del sistema económico y cuyo valor es determinado en el mercado; el resultado es una cosmovisión que reduce la sociedad a un conjunto de recursos humanos, y la naturaleza a una suma de recursos naturales. Adoptar estos conceptos económicos como criterios básicos para entender la existencia humana exige, de algún modo, circunscribir la finalidad del ser humano a una vida llena de riqueza material, y el medio ambiente a una conjunto de recursos naturales para explotar.

La ciencia económica sustentada en una concepción del ser humano como individuo racional y egoísta parte de una idea de hombre dominado por sus preferencias, incapaz de poner un límite a su deseo de satisfacción o utilidad; esta simplificación promueve el individualismo, universaliza el valor monetario o de cambio como unidad de medida aplicable a la totalidad del mundo físico y sociocultural, reduce el concepto de bienes a los que son mercantiles, que pueden ser monetizados, y limita las reflexiones éticas al marco hedonista y utilitarista, porque la finalidad del ser humano se limita a satisfacer necesidades y aumentar la utilidad, aceptando, de alguna forma, cualquier medio porque la norma básica de comportamiento es lograr un mayor beneficio.

Este punto muestra lo relativo del concepto de comportamiento económico racional, respecto a los individuos que toman decisiones, porque no se tiene la responsabilidad de evaluar las consecuencias de las mismas, dada la existencia del mercado planteado como mecanismo que ejerce control y provee equilibrio a nivel general (Sudowski, 1983: 58-59).

Cabe cuestionarse cómo una entidad que no sabe evaluar la bondad o maldad de las situaciones que se den en su interior, puede ser justa y cómo el hombre renuncia a ser sujeto moral sobre los actos económicos y delega esta responsabilidad al mercado, sabiendo que debe hacer reflexiones éticas sobre cualquier acto que realice con su capacidad de co-

nocimiento y decisión. Pero esta labor no sólo concierne a los economistas sino que ha de exigirse en todos los actores de la vida social, toda vez que los mercados no existen de manera natural ni actúan de manera invisible, sino que son organizados y contruidos tanto social como políticamente. Teniendo claro esto, la humanidad demanda un sistema de desarrollo social y económicamente sostenible, que supere los problemas generados en el medio ambiente global con el que ha comprometido la calidad de vida de los seres vivos actuales y futuros.

Algunas concepciones económicas que introducen el tema del medio ambiente, plantean que éste, como todo objeto sobre el cual no existe una propiedad definida y un conocimiento sobre su valor real, tiende a ser abusado por la sociedad y por los agentes económicos; a esta situación se le conoce como *la tragedia de los bienes comunes*. Si se conociera su precio o se estableciera un costo por el uso de los recursos naturales que no fuera inferior al que corresponde, las actuaciones humanas serían diferentes. Esto explica los múltiples intentos de los economistas por tratar de asignar un precio adecuado para dejar actuar al mercado, y la convicción de que la degradación ambiental producida asegure la supervivencia de todos los seres y la biosfera, es decir, que exista un nivel de contaminación óptimo que maximiza el bienestar de la sociedad por tener en cuenta sus recursos, preferencias y parámetros económicos.

Para cumplir este objetivo, se estudia la forma de explotación de los recursos naturales apropiados o apropiables individualmente, con el fin de buscar alternativas que permitan la incorporación de las externalidades en el costo o precio del producto por medio de incentivos económicos como las tasas óptimas de extracción del recursos que, una vez regulado el precio, se plantea en términos de condiciones de oferta, demanda, tasa de interés y tasa de descuento, pero que se calcula independientemente de la tasa de reposición natural. Sin embargo, es de notar que muchas fórmulas demuestran la conveniencia de agotar hasta su extinción un recurso natural de lenta reposición,

ignorando los límites del ambiente como fuente y destino de los residuos de los procesos de producción y consumo, establecido en el principio universal de la conservación de la materia; se propone sustituir el problema de la contaminación por el de distribución de los costos de contaminación, dejando de lado preguntas sobre el cómo, el por qué y cómo se contamina, reemplazándolas por cómo convertir la contaminación en una mercancía más, sujeta al juego de oferta y demanda del mercado (Gutman, 1994: 125-155).

Encontrar un valor para el ambiente, debe pasar de ser un ejercicio matemático a un proceso de construcción social dinámico que incluya las variaciones generadas por la percepción y valoración del ambiente, según el momento histórico, la sociedad de referencia y valor intrínseco que existe en esta entidad y que, usualmente, es omitido y que posee independientemente de las apreciaciones humanas. Entender cómo se da el proceso de relación entre el hombre y su medio ambiente y cómo se puede influir en este, puede ser más eficiente que diseñar métodos para asignarle un valor monetario al medio ambiente, que probablemente sea inadecuado.

Partiendo de que los valores económicos son entidades que reflejan las preferencias de las personas, la ciencia económica ha tratado de evitar errores en la valoración del ambiente creando una serie de conceptos con relación al valor como, valor de uso, valor de uso por individuos futuros, valor de uso por otros, valor actual, valor de opción, valor intrínseco o de existencia y valores legados, entre otros. Éstos tienden a buscar los valores económicos totales para tratar de superar, entre otros factores, la irreversibilidad o probabilidad de eliminación de un activo con poca o ninguna posibilidad de regeneración, la incertidumbre o desconocimiento del futuro y la singularidad entendida como el valor que reside en algo y que no está relacionado en absoluto con los seres humanos, característica denominada también valor intrínseco o de existencia, que da lugar al vínculo entre los ecologistas y los economistas con algún tipo de altruismo o preocupación por otras personas u otros seres vivos, que se expresa en las

motivaciones de dejar un legado, de hacer una donación o de ser consistente con la simpatía por las personas o animales.

Hay argumentos que sugieren que el altruismo también puede incluirse en el modelo de racionalidad económica clásica porque de una u otra forma, lo que se tiende es a maximizar la utilidad o el bienestar, esta vez en el donante. De ser así, cabe preguntarse ¿cuáles pueden ser otros motivos diferentes al altruismo que sean relevantes para explicar el valor de existencia del medio ambiente? Los motivos que comúnmente se han expuesto para valorar la existencia son los derechos que tienen los seres no humanos, concepción identificable en las ideologías biologists, zoo y biocéntricas, y el motivo Gaia basado en la idea de que la Tierra es un organismo vivo que se ajusta de un modo autorregulador a las agresiones externas, postura conocida como ecocentrismo o gaicentrismo, en la que los humanos son unos individuos más de la biosfera y no son importantes como agentes de control, preservación o conservación de la misma.

Sin negar que existen este tipo de motivaciones, es importante recalcar que estos planteamientos promueven una preservación extrema del medio ambiente, esto implica necesariamente un cambio radical para la humanidad, la cual, según estos postulados, debe reducir sus actividades a la supervivencia, pues estos enfoques reducen al hombre a su biología.

Cuando se analizan los indicadores ambientales, se observa que los avances en la recuperación del equilibrio ambiental no son tan alentadores como se esperaba, lo que permite inferir que el comportamiento de todos los hombres no es racional y mucho menos que éste contribuye a un fin común como lo planteaba Smith, que en este caso estaría representado en un medio ambiente óptimo para el desarrollo de todas las actividades humanas. Esto muestra lo relativo que es el concepto de comportamiento económico racional con respecto a aquellos que toman decisiones que comprometen los recursos naturales, porque a eso reducen su medio

ambiente. Esto quiere decir que se confunde una racionalidad relativa, limitada por los conocimientos de los que toman decisiones, con la racionalidad absoluta de la asignación óptima cuando existe un conocimiento perfecto.

La limitación y deformación de la noción de racionalidad en la economía, se refleja en que se ha permitido una congregación de términos que se usan indistintamente para referirse a lo que es racional, como la eficacia, eficiencia, rentabilidad, rendimiento, productividad, minimización de costos y utilidad máxima, entre otros (Serna, 2001: 21-85).

Pero ¿por qué preocuparse por la racionalidad?, al respecto, la literatura que plantea este tema sostiene que el concepto de racionalidad es aplicable a tres dimensiones fundamentales relacionadas entre sí: el pensamiento, la acción y los fines. Desde esta óptica, este análisis de la racionalidad se refiere a dos tipos diferentes de razón: la teórica y la práctica, o dos tipos diferentes de facultades. Así, que racionalizar la producción de ciertos bienes sin racionalizar la eliminación de los desechos que son consecuencia del proceso, o producir rupturas en el equilibrio del medio ambiente sin introducir racionalmente nuevos equilibrios naturales, denota que el problema no es la racionalización teórica y práctica, sino más bien, las racionalizaciones incompletas, ocasionadas por criterios que, siendo inválidos, siguen vigentes en la estructura teórica de los individuos y peor, aun, en la de las ciencias.

Una de las alternativas propuestas para evitar el deterioro ambiental que prueba que se confunde una racionalidad relativa, limitada por los conocimientos de los que toman decisiones, con la racionalidad absoluta de la asignación óptima del conocimiento perfecto —que no es real—, es la interiorización de externalidades, aumentando el costo de los bienes, y, por lo tanto, su precio de mercado para reducir su consumo; el resultado de este proceso es que sólo los individuos con recursos monetarios suficientes pueden disfrutar del bien y de un mejor y mayor acceso a los recursos naturales, porque tienen con qué pagar por eso, y la degradación del medio na-

tural conllevaría a una decadencia del medio social, puesto que esta alternativa fomenta desigualdades intergeneracionales que deben afrontar los seres vivos a nivel global a futuro; así sean parcialmente superadas en el corto plazo (González, 1993: 75).

El comportamiento económico racional puede producir resultados considerados irracionales desde la perspectiva de la sociedad en conjunto, creando tensiones socioeconómicas que originan desequilibrio en el sistema y dificultando la posibilidad de asumir un comportamiento racional en todas las actividades y dimensiones humanas (Serna, 2001: 21-85) que deben ser controlados por el Estado. A través del intervencionismo, dicho comportamiento trata de armonizar los desajustes originados por el modo de producción capitalista basado en la racionalidad económica. Estos resultados dependen de la naturaleza y del número de los sectores donde se encuentra bloqueado el proceso de realización del valor y de la utilidad (Godelier, 1979: 68). En general, las decisiones adoptadas con la racionalidad financiera y la instintiva tenderán a valorar más el corto que el largo plazo; sin embargo, las racionalidades tradicional y política parecen tener una forma de ponderación que premia los resultados a largo plazo.

Algunos autores sostienen que etimológicamente, se puede establecer una relación entre economía y ecología, por ser términos que provienen del griego *oikos* que significa *casa*. Para esta ancestral estirpe en un principio la economía significaba sólo la administración de la casa y los bienes familiares, luego amplió su significado a la administración de todos los bienes y las leyes que regulan el mercado de los valores monetarios. La ecología es definida como el conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la ciencia que observa la lógica con que ésta administra sus bienes, es decir, todos los recursos naturales. De esta perspectiva se puede decir que, aunque estas ciencias estaban íntimamente relacionadas en sus orígenes, en el tiempo, tomaron caminos divergentes, y hoy en día, a raíz de la complejidad ambiental, el tema de la naturaleza exige integrar teóricamente

los conceptos desarrollados sobre el medio ambiente en estos y otros campos del saber, porque a partir de estos criterios el hombre consolida su sistema racional y establece su forma de relacionarse consigo mismo y con todo lo que lo rodea.

Los enfoques económicos sobre medio ambiente están relacionados con los ecológicos, en cuanto que éste es usualmente reducido a “naturaleza” o “recursos naturales” como lo considera la economía ambiental, sin embargo, la economía ecológica y el desarrollo sostenible plantean ideas amplias que están contenidas en el siguiente concepto: el medio ambiente es un sistema complejo de relaciones físicas, químicas, biológicas, sociales, políticas, económicas y culturales, con gran sensibilidad a las variaciones de cada uno de sus componentes, que producen efectos, directos o indirectos, sobre los seres vivos y las actividades humanas a corto, mediano o largo plazo.

En el capítulo anterior se hizo referencia a la forma de agrupar algunas de las propuestas de ecología en ecofilosofías humanistas, tecnocráticas y biológicas, según la posición que debe asumir el hombre frente a la naturaleza. Una clasificación similar se hace de las posiciones propuestas desde la economía que tienen el objetivo de compatibilizar la protección del ecosistema y el crecimiento económico, para que este sea posible en el largo plazo; en este caso se habla de *ideologías tecnocéntricas* y *ecocéntricas*.

Las ideología tecnocéntrica contiene dos visiones, *extrema comucopía*, que se refiere a la explotación de recursos orientada hacia el crecimiento reflejado en la economía ambiental, otorga un valor instrumental a la naturaleza porque el hombre es considerado lo más importante del mundo; esta idea se ha catalogado como antropocentrismo fuerte. Por otro lado está la postura *acomodativa* que es una perspectiva conservadora y de gestión de los recursos, identificable en la ideología del desarrollo sostenible, que aunque tiene una visión integral sigue otorgándole valor instrumental al medio ambiente; en esta posición la centralidad del hombre parece

que no supera el tratamiento despótico del hombre frente a la naturaleza.

El enfoque ecocéntrico o de ecología profunda, incluye a su vez la perspectiva *comunalista*, que sostiene una posición de preservación de los recursos naturales como lo sugiere la economía ecológica, y otorga un valor instrumental e intrínseco a la naturaleza; en este caso, la centralidad del hombre no le impide responsabilizarse de todos sus actos; esto es lo que algunos denominan antropocentrismo débil. Por su parte, la ideología *ecocéntrica* sostiene una posición de preservación extrema justificada en los derechos morales o los intereses que poseen las entidades no humanas, plantea un sistema socioeconómico con un gasto mínimo de recursos naturales sugiriendo alternativas como la agricultura orgánica y la desindustrialización (O’riordan, 1983).

Por otro lado, en el análisis marxista, los sistemas naturales pueden suponer límites a la capacidad de reproducción del sistema productivo, así como a la consistencia económica y política de la sociedad. El balance de materiales a largo plazo cuestiona si el cambio tecnológico alivia o agrava las presiones que el medio ambiente impone a la posibilidad de reproducirse y si lo hace coherente con el sistema social para que sea razonablemente estable (Pearce, 1995: 35, 42-43).

Finalmente, los institucionalistas aceptan los costos sociales de la contaminación e insisten en la importancia de los cimientos ecológicos de cualquier sistema económico. Los argumentos anti-crecimiento fueron reforzados por análisis económicos que destacaron los costos sociales, especialmente, los costos ambientales de vivir en una sociedad en crecimiento; entre estos están La paradoja de Easterlin, que expone que no hay correlación estrecha entre la abundancia material y la felicidad humana; El concepto de los bienes de posición, de Hirsch, que propone que el disfrute de una serie de bienes está necesariamente limitado a un pequeño grupo de grandes ingresos, aunque exista la posibilidad de consumo en todos los segmentos sociales; y el aná-

lisis de la economía triste, de Scitovsky, en la que las necesidades humanas van más allá de la afluencia material; estas ideas son denominadas y representativas del pensamiento de los límites sociales del problema.

Las consideraciones más frecuentes sobre la crisis ambiental apuntan a que ésta puede definirse como una falla que tiene raíces en una actividad económica cuya ética es insuficiente, que está centrada en las relaciones entre personas, y entre éstas con la sociedad, en la que habitualmente las interacciones hombre-naturaleza son omitidas o establecidas de acuerdo a lineamientos económicos utilitarios en los que se establecen derechos, pero no obligaciones con el hábitat.

Al respecto, Leopold propone investigar cada cuestión en términos de lo que es ética y estéticamente correcto, así como ventajoso económicamente teniendo en cuenta que algo es correcto cuando tiende a conservar la integridad, la estabilidad y la belleza de la comunidad biótica e incorrecto cuando tiende a todo lo contrario. Renuncia a la idea de que el uso adecuado de la tierra es sólo un problema económico; añade, que la eficiencia económica no puede elegirse como único criterio de decisión financiera; se trata de integrar los conceptos ambientales y monetarios, a la perspectiva ética con el fin de tener una evidencia suficiente al momento de elegir; éstos permitirán argumentar acerca de la justicia de incluir a toda la humanidad —presente y futura— en las decisiones, y así responder a cuestiones ecológicas y sociales sin entrar en total contradicción con los sistemas de racionalidad existente (Leopoldo, 1987).

La relación entre economía y ética es interdependiente a este nivel porque el objetivo material de estas ciencias es la acción humana entendida como acto voluntario, inteligente y libre, La diferencia radica en su objetivo formal, pues la economía investiga el comportamiento humano relacionado con la asignación de medios escasos y de uso alternativo para la consecución de fines; mientras que el objetivo formal de la ética son los actos humanos

clasificados buenos o malos según su ordenabilidad al fin o bien de cada ser humano, en el contexto del respeto a la naturaleza.

Marx plantea que existe una identidad entre el hombre y la naturaleza, porque el hombre se “objetiviza” en la naturaleza, es decir, es en ella donde el hombre se encuentra a sí mismo y se perfecciona porque ésta le proporciona el espacio de acción, el instrumento, y porque también él es natural. La arrogancia del hombre convierte a la naturaleza en un instrumento útil para el desarrollo evolutivo de la humanidad, sin tomar en cuenta la existencia de otras especies en la tierra, no respetando por tanto, los espacios de cada especie e interrumpiendo las funciones de cada ecosistema.

Ludwing Von Mises, Gabriel Zanotti y Murray Rothbard, exponen que la economía no limita su campo de acción al aspecto material porque lo económico no equivale a lo material, el objeto formal de la economía es la deducción de las implicaciones lógicas de la acción humana porque no hay diferencia entre las acciones que se traducen en precios monetarios y las que se traducen en precios no monetarios (Murray, 1980: 10-37). Los actos humanos son los que proceden de la libertad, por lo tanto en ellos se tiene en cuenta la finalidad material o espiritual de la acción. En este punto se puede afirmar que “la esfera de la economía es más grande de lo que tradicionalmente ha sido definido por los economistas”, pues toda decisión financiera es un acto humano, es decir que se puede entender la ciencia económica cuando el enfoque está centrado en la comprensión de la naturaleza del acto humano (Kirzner, 1976: 184). La economía es un producto humano y no abarca toda la acción humana porque el ser humano no se agota en su acción económica.

Aunque la función de la economía no es formular de juicios, es relevante señalar que el pensamiento económico sólo se da en la mente humana, los únicos seres conocidos capaces de valorar y juzgar moralmente. En consecuencia, el acto del economista o de un agente económico, como todo acto humano, es susceptible de ser juzgado moralmen-

te; en palabras de Milton Friedman (1967: 86-88) “los economistas no son sólo eso sino también seres humanos, y sus propios valores indudablemente afectan su economía (ciencia). Sin lugar a duda, los juicios de valor de un economista influyen en la selección de sus tópicos de análisis, y quizás, también en sus conclusiones y éstas, a su vez, afectarán sus juicios de valor. Pese a ello, esto no altera el punto fundamental que, en principio, no hay juicios de valor en economía”, es indudable que existe una relación entre los juicios de valor de una persona y sus presunciones acerca de los hechos. Al compartir el mismo objeto material desde diferentes perspectivas, el conocimiento puede ser óptimo si existe complementariedad entre ética y economía.

La relación entre las ciencias naturales (ecología) y sociales (economía) puede establecerse desde la ética ecológica, factor de unión entre estas dos áreas, que a su vez, tiene soporte en la ética económica como factor de conexión con la realidad, es decir, se debe incluir la economía cuando se hace ética ecológica, estableciendo parámetros éticos y ambientales que contrasten el principio de maximización de utilidades como único criterio válido, sin sustituir la ética económica por la ecológica. El reto de la ética es integrar su proyección monetaria y ecológica para que la producción, la distribución y el consumo de bienes sean establecidos por principios éticos compatibles y los criterios de elección sean más que en función de dinero. La humanidad debe tener conciencia de que puede modificar la realidad de la naturaleza sin destruirla, de forma que exista armonía entre preservación y cuidado medioambiental con progreso y bienestar.

Movimientos como los de Kansas City, Cambridge y el de Economía Postautista,⁷ estiman que el pensamiento económico delegó la administración recta y prudente de los bienes planteada por Aristóteles al mercado, sustentando científicamente que éste

es un mecanismo social de regulación. De alguna manera, éste ha dejado de considerarse un instrumento al servicio de la humanidad y se transforma en un fin sin importar las incongruencias prácticas que se evidencian frecuentemente, y ante las cuales se acude a abstracciones que impiden confrontar las hipótesis establecidas, ocasionando que se consoliden varias creencias en ausencia o presencia de datos adversos. Es decir, el análisis económico se ha estado fundamentando en falacias, que a su vez, son utilizadas para justificar políticas que afectan al bienestar de millones de seres humanos. Esta situación requiere definir enfoques educativos e investigativos en la economía, que permitan analizar y explicar los problemas reales que afronta la humanidad, que incluyan:

- a) “Una concepción más amplia del comportamiento humano, que explique factores claves que influyen en la psicología económica de las personas redefiniendo la concepción del *homo economicus*” (Max-Neef, 2004: 17 - 21).
- b) Instituciones y sistemas de valores sociales, políticos, económicos y éticos que permitan o limiten la realización de elecciones particulares, y creen identidades sociales o comunitarias determinantes en el comportamiento humano.
- c) Desde la perspectiva histórica, análisis y estudios de procesos económicos para establecer cómo y por qué cambian las cosas de acuerdo al espacio y al tiempo.
- d) Integración entre lo positivo y lo normativo. Los valores del investigador se encuentran en la propia investigación científica y en las afirmaciones que surgen de la misma, y se evidencian en juicios más sofisticados y cercanos a la realidad, para que cumplan los lineamientos del rigor científico.
- e) La medición experimental como instrumento indispensable para sustentar el realismo de las explicaciones teóricas que se realizan.

7 Propuesta de Kansas City, elaborado por investigadores, profesores y estudiantes de 22 países, el Movimiento de Cambridge desarrollado en Reino Unido y el Movimiento Económico Postautista fundamentado en Francia, son algunos de las tendencias contemporáneas que plantean fallas de los enfoques educativos e investigativos actuales de la economía.

- f) La ampliación de los métodos de análisis como requisito para avanzar en la comprensión de los fenómenos económicos. Es preciso limitar la utilización exclusiva y abusiva de modelos formales y econométricos, dejando lugar para otros procedimientos como la observación, el análisis discursivo o los estudios de caso, herramientas capaces de ampliar el estudio de los fenómenos desde diferentes perspectivas mediante técnicas de asociación de las informaciones que pueden ofrecer nuevas y más completas percepciones de la realidad.
- g) La interdisciplinariedad para reconocer que existen diversas escuelas de pensamiento dentro de disciplinas y conocer los desarrollos alternativos en otras áreas afines, particularmente, en el campo de las ciencias biológicas y sociales, que permiten un análisis de la realidad en la que se enmarcan los fenómenos económicos en su conjunto, lo que constituye, objetivamente, la esencia del quehacer intelectual.

Es necesario establecer nuevas estrategias para superar las actuales resistencias al cambio por parte de quienes ejercen el control sobre la disciplina en las diferentes instituciones y así, evitar la marginación de los economistas críticos. Algunos agentes y economistas que se benefician de la situación actual se oponen al cambio, aunque reconocen que la economía es una ciencia de la que la sociedad espera algo más que sofisticadas y elegantes abstracciones.

La economía debe ser una disciplina útil para la humanidad y su medio ambiente, con una visión amplia e integral que permita combinar diversos enfoques y afrontar los problemas actuales de la humanidad, ocasionados por un despotismo entre lo humano y lo no humano, por lo que la transdisciplinariedad es fundamental para establecer un modelo de desarrollo humano, caracterizado por la coherencia técnica, por coincidir con el verdadero sentido y razón de ser de la economía: “atender, con la mayor exigencia científica y ética la satisfacción de las necesidades de la sociedad”, (Torres: 2004: 67).

La economía debe resolver sus problemas desde lo humano y lo social ampliando sus perspectivas de crecimiento hacia el bienestar, para lo cual requiere un mayor grado de abstracción y racionalidad científica tal como lo intentan hacer corrientes como la economía sostenible y la ecológica, entre otras, que pretenden presentar propuestas óptimas y coherentes con los retos que afronta la humanidad en el siglo XXI con respecto a sus relaciones físicas, químicas, biológicas, sociales, políticas, económicas y culturales, es decir, con su medio ambiente y con las generaciones futuras.

FUENTES CONSULTADAS

- Angel, Augusto (1991). *Perspectiva pedagógica en la educación ambiental*, Tercer Mundo Editores, Bogotá.
- Arnal, Mariano (9 de Junio de 2001). *El Almanaque*, año III, núm. 887.
- Bateson, Gregory (1993). *Una unidad sagrada*, Gedisa, Barcelona.
- Bellver Capela, Vicente (2000). *Sociedad y medio ambiente*, Trotta, Madrid.
- Bilberny (1992). *Aproximación a la ética*, Planeta Colombiana Editorial, Bogotá.
- Bochenski, J.M. (1960). *Introducción al pensamiento filosófico*, Herder, Barcelona.
- Braudel, Fernand (1979). *Civilization materielle, économie et capitalisme. Xve-XIIIe Siècle*, Armand Colin, París.
- Calderón Rivera, Mario (2007). “Verdades sabidas”, *La Patria*, Manizales, Sección Opinión, viernes 13 de abril, p. 5.
- Canut Prats, José Miguel (1990). *La protección penal del medio ambiente*, Madrid.
- Carrizosa Umaña, Julio (2001). “¿Qué es el ambientalismo?”, *Serie Pensamiento ambiental* núm. 1. PNUMA, IDEA-UN, CEREC, Bogotá.
- _____ (2001). *Evolución del concepto de desarrollo sostenible*. Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional, Bogotá.
- _____ (1975). *Política ecológica del Gobierno Nacional*. Presentado en el “Encuentro de las dos Colombias”, Bogotá.

- Cascio, Joseph; Woodside, Gayle y Mitche, Philip (1997). *Guía ISO14000. Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental*, McGraw Hill, México.
- Castañeda Beltrán, Héctor (1996). *Lecciones sobre derecho agrario*. D.C.: Doctrina y Ley, Bogotá. p. 169-174.
- Chafuen, Alejandro (1991). *Economía y ética. Raíces cristianas de la economía de libre mercado*, RIALP, Madrid.
- Cala, Gabriel Francisco (1975). *Leyes, decretos, código de los recursos naturales*, Colombia, Bogotá, D.C. PAX. , 536 p.
- Comte, Augusto (1976). “Leçon 40 du Cours de Philosophie Positive”, en: Daniel Vidart, *Controversia. Ecología y Sociedad* núm. 48-49 Bogotá, CINEP.
- Constitución Política de Colombia* (1991). Presidencia de la República, Bogotá, D.C., Impreandes.
- Córdoba Palacio, Ramón (1999). *Bioética fundamental I*. Serie Bioética núm. 1, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Correa, Francisco (2003). “Economía, desarrollo sostenible: propuestas y limitaciones de la teoría neoclásica”, *Revista Semestre Económico*. Universidad de Medellín, Colombia.
- Cortina, Adela (1998). *El mundo de los valores. Ética mínima y educación*, Santa Fe de Bogotá, El Búho.
- _____ (1986). *Ética mínima*, Tecnos, Madrid.
- _____ (1994). *La ética de la sociedad civil*, Anaya Alauda, Madrid.
- Cuervo González, Luis y Puerto, Mauricio (2007). *Ordenamiento territorial: una reflexión desde la epistemología, la ética en la política*, Desarrollo sostenible medio ambiente, Universidad de Manizales, p. 37-57.
- De la Cuesta, Paz Mercedes (1999). *Causalidad de los delitos contra el medio ambiente*, Tirant, Valencia.
- Devall, B. y Session, F. (1985). *Deep Ecology: living as if Nature mattered*, Peregrine SuiterBooks, Salt Lake City.
- Farell Martín, Diego (1999). *Métodos de la ética*, en: José Moreno.
- Ferrater Mora, José (1994). *Diccionario de filosofía*, tomo III, Ariel, Barcelona.
- Ferrete Sarria, Carmen (1999). “Ecología, economía y ética”, en: La problematicidad del desarrollo sostenible. *Dilema*. Revista semestral de Filosofía Universidad de Valencia, año 3, núm. 5 (Enero-junio).
- Field, Barry (1995). *Economía ambiental: una introducción*, McGraw Hill, Santa Fe de Bogotá.
- Friedman, Milton (1967). *Human Values and Economic Policy; A Symposium*, Sydney Hook New York University Press, Nueva York.
- Godelier, Maurice (1979). *Racionalidad e irracionalidad en economía*, Siglo XXI, México.
- González Álvarez, Luis José (1993). *Ética ecológica para América Latina*, Códice Ltda., Bogotá.
- Gutman, Pablo (1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona.
- Guy, Durand (1992). *La bioética*. Desclée de Brouwer, Bilbao.
- Hajek, Ernest (1990). “El medio ambiente y la interdisciplina.” *Boletín de noticias de los estudiantes*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Heyd, Thomas (2002). *Ética, medio ambiente y trabajo*, Conferencia anual de la European Association of Global Bioethics.
- Iturraspe, Francisco. *Derecho y ética ambiental y laboral en la era de la mundialización*, [fotocopia].
- Kirby, Jorge Luis (1997). *La ecología más allá de la biología*, Taller gráfico de Tlup, Medellín.
- Kirzner, Israel (1976). *The Economic Point of View*, Sheed and Ward, Kansas City.
- La Patria* (2007). “El planeta está que arde”, lunes 29 de abril, p. 14.
- Leff, Enrique y Gutman, Pablo (1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona.
- Leopold, Aldo (1987). *A Sand Country Almanac.*, Oxford University Press, Nueva York.
- López Aranguren, José Luis (1994). *Ética*, Trotta, Madrid.
- López Macías, Francisco Javier (2006). *Una aproximación al análisis de la situación medioambiental. Desarrollo rural: conceptos, estrategias y métodos*, Isaías Tobasura Acuña y Élmer Castaño Ramírez (eds.), Manizales, pp. 99-126.

- _____ *Visión crítica de la legislación ambiental colombiana. Historia y geografía agraria de Colombia.* Universidad de Caldas, Manizales, pp. 43-64.
- Luño Rodríguez, Ángel (1984). *Ética*, Eunsa, Pamplona.
- Marcos Martínez, Alfredo (2001). *Ética ambiental*, Universidad de Valladolid, España.
- Marshall, Alfred (1954). *Principios de economía*, Aguilar, Madrid.
- Marx, Carlos (1973). “Trabajo asalariado y capital”: en C. Marx y F. Engels, *Obras escogidas*, tomo 1, Editorial Progreso, Moscú.
- Max-Neef, Manfred (1997). *Desarrollo a escala humana*, Cepaur, Fundación Dag Hammarskjöld, Proyector 20 Editores.
- _____ (2004) “La universidad y el desarrollo sostenible.” *Revista Asuntos Económicos y Administrativos*, núm. 6, primer semestre, Facultad de Economía y Administración, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad de Manizales, Manizales.
- Modod, Jacques. *Azar y necesidad* (1971). Monte Ávila Editores, Caracas.
- Molano Barrero, Joaquín (1998). *Universidad y perspectiva ambiental*, Universidad Sur Colombiana, Bogotá.
- Montenegro A. Sergio (1988). *Principios para una política ambiental*, Comité de Ciencias Ambientales, Conacyt, Santiago de Chile.
- Morcillo, Pedro Pablo (1994). *Evolución de la legislación ambiental en Colombia: operancia y aplicabilidad*, Universidad del Valle, Santiago de Cali, 242 p.
- Morín, Edgar (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*, Mercedes Vallejo Gómez (trad.), UNESCO.
- Murray, N. Rothbard (1980). *Individualism and the Philosophy of the Social Sciences*, Cato Institute, San Francisco.
- Naes, Arne (1973). *The Shadow and the Deep, long ranged Ecology Movement, Inquiry*, 16, Nueva York.
- Navarro Manjares, Jairo (1995). *Ética – cultura – ecología y medio ambiente*, Dimaj, Santa Fe de Bogotá.
- Noguera Patricia y Echeverri, Jorge (2000). “Ética, ciudad y vida”; *Risaralda Educadora*. Gobernación del Departamento de Risaralda, Pereira.
- O’riordan, Tim y Turner, R. Ferry (1983). *An Annotated Reader in Environmental Planning and Management*, Pergamon Press, Oxford.
- Pauli, Gunter (1999). *Upsizing, Ciencia alternativa. Más ingresos, más empleo y cero contaminación*, Instituto Zeri, Universidad de Manizales, Colombia.
- Pearce, David W. y Turner, R. Ferry (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Colegio de Economistas de Madrid, Celeste Ediciones, Madrid.
- Peraza, J. *La liberación animal, 30 años después. Crítica al utilitarismo que ha puesto de moda Peter Singer*, Colegio de Bioética de Nuevo León.
- PNUMA. “Informes diferentes años”, *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, ONU.
- _____ (2002). División de Alerta Temprana y Evaluación Ambiental (Dat&Ea) Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Síntesis GEO-3, *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 3, Pasado, presente y futuro*, PNUMA, Nairobi.
- _____ (1972). Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Declaración de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano*, PNUMA, Estocolmo.
- _____ (2005). Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *Protocolo de Kioto*, PNUMA, Kioto.
- Real Academia Española (2001). *Diccionario de la Lengua Española*, Vigésima segunda edición, tomo I, Espasa Calpe, Madrid.
- RialpGer (1972). *Gran Enciclopedia RialpGer*, tomo VIII, Madrid.
- Riechmann, Jorge (2000). *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnología*, Cataratas, Madrid.
- Robert, Constanza (1991). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press, Nueva York.
- Rodríguez Luño, Ángel (1984). *Ética*, EUNSA, Pamplona.

- Rodríguez Ramos, Luis (1981). *Derecho medioambiental*, tesis doctoral, Universidad de Barcelona, Madrid.
- Rodríguez, Rogelio (2003). *Diccionario de las ciencias sociales* Dicciobibliografía, Editora S. R. L., Argentina.
- Roussopoulos, Dimitri (1991). “El prisma ecológico” *Revista A*, núm. 185, Anarchos Institute, Canadá, octubre.
- Ruiz Trigueros, Miguel (1996). “Economía ambiental”, *Master en ecoauditorías y planificación empresarial en el medio ambiente*, módulo I, Instituto de Investigaciones Ecológicas.
- Sánchez González, Miguel Ángel (1996). “La ética del uso de animales con fines científicos” *Cuadernos del Programa regional de bioética*, OPS.
- Sánchez Torres, F. (1995). *Temas de ética médica*, Giro, Santa Fe de Bogotá.
- Sarmiento Medina, Pedro José (2000). “Bioética y medio ambiente. Introducción a la problemática bioético-ambiental y sus perspectivas”, *Persona y Bioética*, año 5, núm. 13-14, mayo-agosto/Septiembre-Diciembre, Universidad de la Sabana, Bogotá.
- Savater, Fernando (1998). *Ética para Amador*, Planeta Colombiana, Santa Fe de Bogotá.
- Serna M, Ciro Alfonso (1994). *Desarrollo sostenible, economía ambiental y economía ecológica*, Departamento de Publicaciones, Universidad de Manizales, Manizales.
- _____ (2001). *El problema de la racionalidad económica desde la perspectiva de Godelier*, Departamento de publicaciones Universidad de Manizales, Manizales.
- Singer, Peter (2002). *Una vida ética: escritos*, Taurus, Madrid.
- SommerOkoteccum-Kiel, Marcos (2001). “El error gramatical de la expresión, medio ambiente. Una redundancia que mediatiza y desvirtúa el concepto ambiente”, *Boletín del Proyecto Antaza*, núm. 7, agosto, Montevideo.
- Stiglitz, Joseph E. (1995). *El malestar en la globalización*, Dimaj, Santa Fe de Bogotá, D.C.
- Sudowski, Zdzislaw (1983). *Conceptos teóricos de la racionalidad económica*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Toledo M., Víctor (1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona.
- Torres Alayón, Beatriz. “El aporte de la ética a la economía en el contexto colombiano”, documento de trabajo, Facultad de Economía Escuela Colombiana de Ingeniería.
- _____ “El aporte de la ética a la Economía en el contexto colombiano”, documento de trabajo Facultad de Economía, Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Torres O. Pedro Antonio (2004). “El poder de la epistemología en la formación del economista” *Asuntos Económicos y Administrativos*, núm. 6. primer semestre, Facultad de Economía y Administración, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad de Manizales, Manizales.
- Valenzuela, Escobar Gustavo (1998). *Ética introducción a su problemática y su historia*, McGraw-Hill, México.
- Vanderwolk, William (1997). Hippolyte Taine, *The Johns Hopkins Guide to Literary Theory & Criticism*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Velayos Cartelo, C. (2002). “El Deep Ecology Movement: ¿un viaje hacia las profundidades de la ética?”, en: Noelia Pobrete García, *Paradigmas occidentales contemporáneos acerca de la relación sociedad naturaleza: su expresión en la publicidad para televisión*, trabajo final de investigación, Universidad Nacional de Luján.
- Vidal, Marciano (1989). *Historia de la ética*, Paidós Iberica, Barcelona.
- Vidart, Daniel (1976). “Controversia”, *Ecología y Sociedad*, núm. 48-49, CINEP, Bogotá, Colombia.
- Weber, Max (2004). *Economía y sociedad*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.



Agricultura urbana en Ciudad Nezahualcóyotl

5

Ramón Rivera Espinosa

INTRODUCCIÓN

Una tarea de gran importancia en el ámbito municipal, en la localidad de Ciudad Nezahualcóyotl, perteneciente a la zona conurbada de la Ciudad de México, es lograr que las organizaciones sociales se interesen e involucren en tareas de producción alimentaria, en las dimensiones de sus espacios de participación social y cultural. Tales actividades productivas, en espacios autónomos y de colaboración, generan experiencias cotidianas, en proyectos de producción agrícola urbana, en las modalidades de agricultura protegida, hidroponía, hortalizas, etcétera.

Consideremos que en la implementación de la agricultura urbana se involucra la introducción de técnicas sustentables y la formación de una cultura agrícola en las ciudades, donde se orienta el objetivo de hacer coexistir las funciones tradicionales urbanas con los beneficios ambientales y sociales de la agricultura urbana con el fin de promover el desarrollo de la actividad agrícola, generar empleos y poder garantizar la alimentación de las ciudades. La agricultura urbana impulsa el papel de la soberanía alimentaria al hacerla persistir de forma permanen-

te y no como respuesta a un periodo de crisis. En la agricultura urbana se requiere un trabajo interinstitucional e interdisciplinario, así como un mayor nivel de investigación, de impactos socioeconómicos y territoriales, con voluntad política para promoverla, lo que permite disponibilidad de alimentos y el impulso de formas de organización comunitaria, así como nivel educacional y de comunicación.

El objetivo general del presente texto es llamar la atención sobre la implementación de tecnologías de agricultura urbana en Ciudad Nezahualcóyotl en sectores de bajos ingresos para producir alimentos. Para ello se estudiarán diversos aspectos que integran la agricultura urbana y su conceptualización, así como aspectos históricos de la conformación de este lugar y la posibilidad de implementar la agricultura urbana con trabajo multidisciplinario y participación social.

La organización popular es de gran importancia para garantizar equipamiento urbano a la comunidad, así como para mantener una identidad urbana y la convivencia social. Es precisamente en el ámbi-

to local, municipal, que se debe de profundizar esta alternativa, ya que es el espacio cotidiano en el que vive la comunidad; es el territorio que le ofrece seguridad y sentido de pertenencia.

La vida cotidiana de la población se desenvuelve fundamentalmente en el barrio y en la colonia y la demanda de la gente es mantener seguridad en las viviendas. Respecto a la seguridad alimentaria la expectativa es comprar los productos necesarios, sin conocer muchas veces su origen.

El ejercicio de la participación social permite que los propios beneficiarios valoren con creces la importancia de mantenerse en una actitud autogestiva, con lo cual se logra un mayor involucramiento en la comunidad local en actividades de ordenamiento urbano y de estrategias de apropiación de planeación de actividades productivas y de planeación del paisaje urbano. De allí que proponemos un proyecto de incorporación de agricultura urbana en las condiciones actuales del municipio de Nezahualcóyotl.

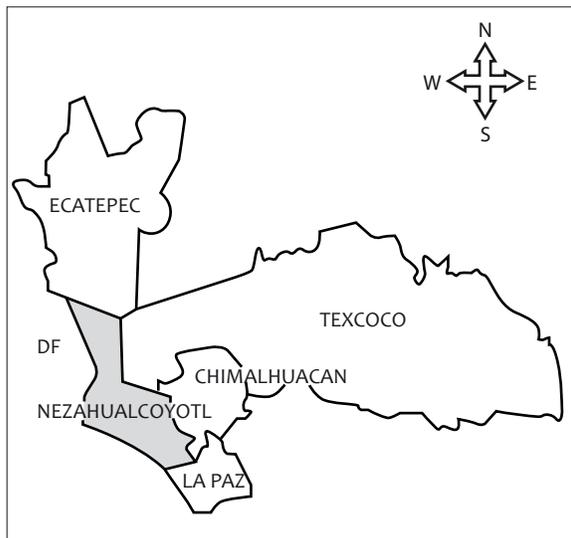


Figura 1. Tomada de *Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México* (2005). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México

Nezahualcóyotl es un municipio que surgió ante el poblamiento acelerado y la gran demanda de

vivienda en la periferia de la Ciudad de México. El desorden urbano de la zona metropolitana impacta a Ciudad Nezahualcóyotl, ciudad de enorme población que ejerce gran presión por espacios habitables, ante la carencia de estos. Ante la terrible situación de deterioro ambiental de este municipio, perteneciente a la Región Oriente del Estado de México (ROEM), se requiere de acciones de mayor efectividad regulatoria ecológica que integren las propuestas de planeación urbana municipal oficial y la experiencia de organización y gestión urbana de las ONG y de los colonos de Ciudad Nezahualcóyotl.

A partir de la década de 1940 se comenzó a poblar la parte oriente cercana al Distrito Federal en terrenos que correspondían al Lago de Texcoco, de carácter federal, mismos que fueron enajenados fraudulentamente por particulares y vendidos como predios a la gente, tanto al contado como a plazos. De esta manera, Nezahualcóyotl ha sido desde sus orígenes un asentamiento irregular con densidad de población alta, con un férreo y tradicional control del partido oficial (PRI) y un nivel de vida precario. Para principios de 1970 se regularizó una gran parte de los terrenos en el municipio debido a la presión popular y al crecimiento poblacional (Rivera E. R., 2002.).

En los años ochenta la participación de los colonos era mayor, ya que estaban agrupados en organizaciones independientes, se constituían en gestores de servicios urbanos y lograban que llegaran estos servicios a la comunidad, sobre todo a partir de 1985, debido a las movilizaciones constantes e insistentes en demanda de equipamiento urbano, de manera que los gobiernos municipal y estatal se vieron en la obligación de proporcionarlos, en un esquema de participación colonos-autoridades.

La nueva situación de la ciudad es el crecimiento de la población urbana. Se entiende que el proceso de urbanización es una parte del proceso de desarrollo, por lo que es fundamental considerar que “la importancia del proceso de urbanización se deriva de su relación con el desarrollo económico y la industrialización, esto es, con el fenómeno global de

cambio de la sociedad” (López R., 1989: 15). En el estudio de la problemática urbana de la zona metropolitana de la Ciudad de México necesariamente debemos de hablar del fenómeno de la urbanización y de cuáles son sus determinantes en la ciudad capital, máxime que en nuestro país se dio un proceso de industrialización que determinó de alguna forma la urbanización.¹

En los países dependientes del exterior el proceso de urbanización se da de manera caótica y se evidencian y acrecientan los aspectos negativos de las ciudades. Así tenemos que: “el proceso de urbanización rápido que el país experimenta en la actualidad es en parte el resultado natural de una forma de vida urbana que tiene siglos de enraizamiento” (17).

La primera etapa del urbanismo oficial se dio en los años de 1930-1950, sin vislumbrarse en el futuro próximo el explosivo proceso de hiperurbanización, de crecimiento caótico al que se iba a enfrentar la Ciudad de México, porque las contradicciones en la urbe no se habían acelerado de manera desorbitante, como lo fue en años posteriores.

A partir de los años cuarenta se establecieron las colonias populares en la periferia, con una baja notable en inversiones de vivienda de alquiler al dejar de ser rentables. En estos años entraron en función reglamentos de construcción para vivienda, vecindades que dejaron de ser negocio y por los decretos de prórroga de arrendamiento de 1942 a 1948 destinadas a la protección del salario. Debido a la explosividad de la población tuvieron que fraccionarse ejidos y terrenos comunales a precios relativamen-

te bajos en el DF y en los municipios del Estado de México como Naucalpan, Ecatepec (Pérez, 1998),² Tlalnepantla y en los extensos terrenos del ex-vaso del Lago de Texcoco, en los que estaría asentado posteriormente el municipio de Nezahualcóyotl.

EL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL

El proceso de planificación urbana en Nezahualcóyotl se dio en cuatro momentos:

Un primer momento de poblamiento y lotificación con un trazo uniforme para lograr el máximo provecho en el espacio, acompañado de una estrategia fraudulenta, donde los lotes fueron vendidos en varias ocasiones.

En un segundo momento, en la primera mitad de los años setenta, de protesta; se demanda la regularización de los terrenos en el municipio, por lo que las autoridades del Estado de México tuvieron que intervenir con la creación de un fideicomiso: Fineza, mediante el cual se logró la regularización, la protección de los fraccionadores fraudulentos y contener el descontento popular.

En un tercer momento se demandaron servicios urbanos y los colonos se organizaron de manera independiente para lograr que el municipio los proveyera. Aquí se destaca la gestión de los colonos organizados, serán fundamentalmente los grupos con orientación de izquierda como la UGOC (Unión General Obrero, Campesina y Popular), y numerosos militantes del Partido de la Revolución Socialista, que tenía un importante trabajo de base.

1 En las investigaciones sobre la problemática urbana, en términos de relaciones sociales, fue manifestado el paradigma del determinismo dogmático que influyó en el estudio de lo urbano. Es vital reconsiderar la necesidad de la teorización; restableciendo la unidad epistemológica históricamente escindida entre el racionalismo deductivo y el empirismo inductivo, y llegar a la construcción teórico-conceptual del proceso arquitectónico, es decir, conformar una teoría-histórica de lo urbano, por lo que con un análisis objetivo de la realidad urbana es posible “ver a las ciudades y a la edificación en su historicidad como procesos culturales inscritos en la todavía categoría de cultura material de la sociedad”.

2 El autor realiza un análisis de los procesos de urbanización y poblamiento del municipio de Ecatepec el cual se ha constituido a la par que Nezahualcóyotl en un espacio amplio de vivienda precaria con grandes carencias en equipamiento urbano y con un número significativo de protesta por parte de los pobladores.

Y el cuarto momento: de complementación de infraestructura e imagen urbana, tarea aún pendiente, de las últimas administraciones de gobiernos municipales distintos al PRI, no exentos de contradicciones, en su relación con las organizaciones de colonos, donde el uso de los recursos del ramo 33 se aplican a infraestructura urbana (Rivera, E. R., 2005).³



Figura 2. Inicios de Nezahualcóyotl. Foto de la página en línea del Ayuntamiento de Neza.

El papel protagónico de los colonos en la organización y gestión de servicios urbanos en la urbanización municipal en Nezahualcóyotl se evidencia a partir de que los grupos político-sociales; UGOCP y Movimiento Vida Digna (Movidig), se movilizan y van a las colonias a conformar comités demandantes de equipamiento urbano. Lograr que estos comités ejercieran presión política y el gobierno municipal se viera obligado a implementar servicios urbanos fue una muestra del poder de convocatoria y decisión de la organización popular de los colonos, en una lógica de gestión de comités de base. Cabe señalar que el primer presidente municipal de la oposición en Nezahualcóyotl, Valentín Bautista (1997-2000), surgió de la UGOCP, y Héctor Bautista y los posteriores surgen del Movimiento Vida Digna.⁴

Las organizaciones de colonos en el municipio de Nezahualcóyotl fueron logrando madurez política e independencia del PRI, como partido oficial histórico, ya que durante mucho tiempo fueron cautivos de éste. Sus organizaciones surgieron como respuesta inmediata a la demanda de servicios públicos, pero con la experiencia de la gestión y de la participación popular en el movimiento urbano su nivel político e ideológico avanzó significativamente. Su avance organizativo se manifestó a finales de los años ochenta y principios de los noventa, en su capacidad de convocatoria, en su autonomía y en la elevación del nivel político de sus dirigentes. Crecieron organizaciones de solicitantes de vivienda como la UCIN (Unión de Colonias Independientes de Nezahualcóyotl) y el CGCCIN, (Coordinadora General de Grupos Culturales Independientes de Ciudad Nezahualcóyotl), como consecuencia de la participación organizada en el MUP (Movimiento Urbano Popular), que brinda la oportunidad de convertirse en elemento de presión en colonias en donde la carencia de servicios ha sido una constante.

La organización popular ha sido de gran importancia para garantizar equipamiento urbano a la comunidad, así como para mantener una identidad urbana y la convivencia social, y es precisamente en el ámbito local, municipal, que se debe profundizar esta alternativa, ya que es el espacio cotidiano en el que vive la comunidad. En su territorio propio que le ofrece seguridad y sentido de pertenencia, identidad. La identidad además es una expresión de territorialidad.

Hablar de la ciudad es también hablar de la cultura urbana, de identidades y de características peculiares de los habitantes. Y la ciudad, hablando genéricamente, escapa a la peculiaridad de ser ese espacio en

3 Ha sido necesario conocer las acciones de política urbana municipal del Gobierno del Estado de México, tanto en el conjunto del territorio que le corresponde, como en el municipio mismo, así como la participación de la comunidad integrada en organizaciones para demandar servicios urbanos municipales. Fue necesario un estudio detallado de los planes de desarrollo urbano municipal y de las acciones concretas del movimiento urbano popular municipal. Al analizar las propuestas de urbanización municipal consignada en planes y proyectos, considerando asimismo cuáles han sido las políticas urbanas y los logros de planeación

4 Sin parentesco entre ambos.



Figura 3. Calle de la colonia Agua Azul. Centro de Neza. FOTO RRE.

donde se ha orientado fundamentalmente a actividades de carácter industrial y la consiguiente pobreza en la calidad de vida y deterioro de valores culturales que la acompañan. En un espacio en que es prioritario el impulso de actividades de reconstitución urbana, saneamiento ambiental y producción alimentaria a través de estrategias de producción urbana.

En el municipio se hace necesario optimizar los espacios existentes, un nuevo ordenamiento territorial y ecológico, principalmente en terrenos que se encuentran en la parte del borde, con el fin de garantizar más y mejores servicios, así como un ambiente más saludable. Esto se logrará con la confluencia de las autoridades, las organizaciones sociales⁵ y los colonos, representados por sección o manzana, manifestado en diagnósticos municipi-

pales. Lo anterior desde la perspectiva de implementar estrategias de ruralización de la ciudad, no sólo desde la posibilidad de un mejoramiento de la imagen urbana, sino de la incorporación de elementos naturales y de transformación cualitativamente apta para una vida aceptable en el espacio del municipio.

LA AGRICULTURA URBANA

El desarrollo de la agricultura urbana es consecuencia de la búsqueda autosustentable que se desarrolla en el espacio urbano, así como la consolidación de proyectos, que aparte de satisfacer de alguna manera la dieta de la ciudad permite que ésta sea saludable (Figuroa, A., 1996: 33).⁶ Estrategia alimentaria que hoy tiene presencia en la ciudad y que

-
- 5 La sociedad y su dinámica son cambiantes y cuanto más los movimientos sociales urbanos están presentes y se han podido articular en organizaciones con objetivos a largo plazo, más se contribuye a darle peso y mayor presencia a la sociedad civil. Una alternativa para contrarrestar los efectos de la crisis de gobierno es la vida comunitaria autogestiva, pero ésta se logra con un gran nivel ideológico, así que para optimizar las estructuras organizativas internas debieran de lograr un alto nivel de conciencia política.
- 6 “En los últimos tiempos como parte del esfuerzo por aumentar la producción de vegetales frescos se viene formando un sector de agricultura artificial, especialmente de agricultura orgánica —los llamados *organopónicos*— en las ciudades y pueblos del país”.

se impulsa de una manera sistemática y justificada, con investigaciones y con atención de personal calificado, desde la perspectiva orgánica, del desarrollo de agricultura limpia, con suficiente agua, en terrenos de fuerte potencial productivo; de allí el nombre que reciben estos centros de producción de hortalizas y de venta a precios bajos para la población.⁷

En América Latina se han expresado un sinnúmero de experiencias de agricultura urbana, agricultura orgánica y educación ambiental, que son de gran importancia y que hay que considerar, destacan países como Perú, Argentina, Costa Rica, Chile y Cuba, tan solo por nombrar los más significativos (Borth, 1994),⁸ en una variedad de actividades, impulsadas en distintos momentos y que están cobrando relevancia.

En la Ciudad de México, concretamente en la región de Xochimilco, los cambios en el uso agrícola y del suelo han alterado las condiciones de producción

de las chinampas, en las que en un tiempo se integraron agroquímicos, lo que ha afectado la producción de pulque y de otros cultivos. A principios de los años setenta se reclasificó administrativamente la Ciudad de México, por orden presidencial, en zona agrícola y urbana. De las 16 delegaciones tan solo siete desarrollan actividades agrícolas. El fenómeno recurrente es que varios pueblos han sido incorporados a la Ciudad de México, consignándose un vicio cíclico que se orienta en desertificación de la zona agrícola, la expansión urbana y la contaminación.

Con las reformas al Artículo 27 Constitucional ya es posible la venta de tierras ejidales y la contención por medio de áreas ecológicas, llamadas *de rescate ecológico*. Son una connotación netamente urbana las áreas que se han incorporado a la Ciudad de México, lo que hace que 700 hectáreas sean engullidas por la urbanización cada año, lo que conlleva una gran contaminación. Una situación importante que se constituyó como catástrofe ecológica fue la si-

7 En mi visita al organopónico de la ciudad de la Habana en Cuba, dependiente del Ministerio del Interior, en abril del 2000, fui atendido por el Ingeniero Teódulo Rubén Rodríguez Machín, encargado de impulsar este centro de producción para los comedores de los trabajadores del propio ministerio.

Pasos en la producción agropónica

1. Agricultura intensiva cada 24 horas. Todos los canteros en uso.
2. Distancia mínima por cultivo.
3. Cultivos con una temporalidad de 25 días. Intercalados. Se cosecha habichuela 60 a 70 días, rábano y lechuga cada 30 días.
4. Se producen 15 kg por metro cuadrado por año.
5. En un área de 3 000 metros cuadrados da un rendimiento de 15 toneladas al año.
6. 0 minutos de riego por aspersión, tres riegos: mañana, tarde y noche a 80 centímetros a 1.8 atmósferas.
7. Con un metro de cobertura, seis laterales, cultivo escalonado el cantero de largo de 35 metros el pasillo de 50 a 60 cm.
8. Las áreas de semillero se aprovechan en treinta días y se trasplanta después, además se optimiza un área de composta, con uso de la lombricultura.

La ubicación del organopónico de Boyeros está hacia la salida de la ciudad de la Habana en dirección al Aeropuerto Internacional José Martí. El problema al que se enfrenta es la comercialización, ante la falta de transporte que posibilite acercar el producto a los agromercados. Por eso es importante dejar que se compre por consignación. En el verano de 2000 el cultivo de acelgas que no se colocó en el mercado, se reutilizó para el compost, sin embargo, hubo pérdida de trabajo y es evidente que hay importantes sectores de la población que no tienen el poder adquisitivo para comprar. En verano se da la mayor cantidad de cultivos: acelga, pepino, remolacha, la habichuela resiste al calor y la plaga ataca menos. Hay 19 organopónicos en la periferia de la ciudad.

8 Julio Prudencio Borth, consultor del CIUD en el periodo de enero a octubre de 1994, reunió a más de 50 representantes de 41 instituciones en América latina. Estas instituciones se especializan o tienen alguna experiencia de trabajo en el campo de la agricultura urbana. Incluyen a organismos internacionales y regionales, centros de investigación particulares o públicos, departamentos de gobiernos nacionales, ONG de desarrollo local y firmas de consultores, en los siguientes países: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y República Dominicana.

Este informe clasifica estas apreciaciones de acuerdo con los siguientes aspectos: experiencia de trabajo, pericia científica propia, equipos y servicios de la institución, colaboraciones, fuentes de financiamiento e interés corriente en el tema de la agricultura urbana. En anexo, el lector además encontrará el listado de instituciones visitadas o contactadas por el Julio Prudencio Borth en el transcurso de su consultoría, con sus respectivas coordenadas.

tuación del llamado *ex vaso de Texcoco*, en el que se impulsa su reconstitución, equivocada por cierto, ya que las autoridades han implementado la plantación de eucaliptos, los cuales no corresponden a la región, ya que consumen gran cantidad de agua, e inhiben el crecimiento de la vegetación, y que será sede del nuevo aeropuerto, lo que acarrea nuevos desequilibrios ecológicos y urbanos.

En la Ciudad de México la zona nuclear urbana está constituida por las seis delegaciones centrales; es un espacio descuidado para proyectos urbanos de conservación o producción alimentaria. La zona periférica urbana rural está constituida por las delegaciones con mayor presencia rural: Tláhuac, Magdalena Contreras, Xochimilco, Tlalpan, Cuajimalpa. Y la zona periférica urbana está en una situación intermedia con restos de producción agropecuaria.

La ciudad presenta la característica de poseer espacios ciudadanos y elevada proporción de edificaciones. En el caso de Nezahualcóyotl hay calles con pocos espacios abiertos, sin embargo, en el espacio suburbano y periurbano conviven elementos rurales en un mismo tiempo, en donde se desarrollan actividades pecuarias y agrícolas, que van desde sistemas de traspatio a los de mayor complejidad. En la zona central urbana integrada en el espacio urbano se presentan diversas situaciones de cría de animales y de plantas medicinales así como de plantas de ornato.

Un segundo espacio en la producción agrícola es el modelo suburbano. La nueva infraestructura urbana ha sido sobrepuesta sobre el sitio original agrícola, formándose una nueva frontera agrícola,⁹ el mejor ejemplo es Xochimilco. Las experiencias y

beneficios de la zona citadina nuclear aún son poco estudiados; están más en cercanía conceptualmente por los desarrollados en los países industrializados, impulsados por los grupos ecologistas y organismos no gubernamentales. La agricultura urbana central es incipiente y no cuantificable, ya que la caracteriza la labor de traspatio, que incluye una gran cantidad de animales de establo, como cerdos, gallinas, patos, gansos, guajolotes, etcétera.

La ONU define a la agricultura urbana como: “la actividad económica que produce, procesa y comercializa alimentos y energéticos en amplia respuesta a la demanda cotidiana de los consumidores de un pueblo, ciudad o metrópoli, haciendo uso de la tierra y del agua distribuidos dentro del área urbana y suburbana, aplicando métodos intensivos de producción, empleando y rehusando los recursos naturales y los desechos urbanos para producir una diversidad de cultivos y animales” (UNPD, 1996, cfr. 178).

Cuando se habla de la agricultura urbana en la Ciudad de México se habla de poder establecer una definición que “contemple las condiciones sociales, tecnológicas, económicas características de un espacio demográfico único en el mundo donde coevolucionen y se entretrejen elementos de ruralidad y urbanidad, generando una agricultura urbana multi-espacial, multitemporal y multicultural”.¹⁰

En México están surgiendo una serie de organizaciones y voluntarios ecologistas que tienen trabajo voluntario, como el veterinario Carlos Cano, por citar un nombre, quien produce nopal orgánico, composta, plantas y árboles de ornato en contenedores en patios urbanos, y productos pecuarios como conejo y huevo.

9 La Zona Nuclear Urbana corresponde a la zona central donde se expresa el fenómeno de la emigración hacia las áreas externas de la Ciudad de México. La franja rural-urbana esta al sur y al este del DF, la cual está teniendo un incremento importante en densidad de población a expensas de la tierra agrícola. Presentándonos asimismo las características de la agricultura urbana en la ciudad capital: predominancia de la pequeña agricultura, el uso tecnológico del conocimiento local, la coexistencia de las actividades urbanas y rurales, la actividad de establos y corrales en actividades pecuarias, etcétera.

10 Rodríguez, S. et ál, 2000, p.179. Es manifiesta la importancia de la agricultura urbana, así como un desglose de sus interpretaciones y alcances; entendida como disciplina vital para la conservación del medio ambiente y la producción alimenticia en las ciudades.

En el espacio periurbano o villa metropolitana se integra la cultura citadina con el medio de vida rural y son los últimos reductos rurales de la ciudad. La agricultura metropolitana es un concepto que se ha ido dejando de lado. Puede ser evitable la catástrofe ecológica si el crecimiento de la ciudad se ampara en la vida natural. Inclusive de la producción que se pueda expresar dentro de la ciudad (Lozada H. et ál., 1998). Se emplea el termino *periurbano* para señalar los asentamientos irregulares situados a orillas de las zonas urbanas y bajo la administración de los municipios urbanos. La estrategia tiene que ser dirigida a profundizar los fundamentos de la agroecología, los cuales para el trabajo en las ciudades implica una crítica permanente a la revolución verde y a los fundamentos convencionales de la agricultura artificial que tiene que ser impedida por la agricultura natural, que es agricultura ecológica. Las discusiones sobre lo sustentable han llevado a una discusión sin fondo, ya que como siempre, llegamos demasiado tarde a estos paradigmas, que aunque necesarios, son orientados por los conferencistas de las potencias económicas. Así el tema de *ordenamiento territorial*, que si bien nos lleva al terreno de la planeación nos orienta a un conocimiento geográfico, es decir, la distribución que se tiene que realizar desde la perspectiva espacial. Y es por eso que es imprescindible la planeación, además de la democratización de las decisiones de cómo organizar la ciudad.¹¹

Es de suma importancia realizar un estudio geoeconómico de la región que se oriente a un análisis

de las condiciones físico espaciales, así como a las características socioeconómicas, como marco de referencia de los estudios regionales. El estudio regional tiene como objetivo fundamental servirse de la planeación como mecanismo de desarrollo social y económico de un país, y considerando a ésta como un instrumento de progreso. La región geoeconómica tiene una organización interna propia y una extensión en el espacio terrestre delimitada por elementos y factores físicos y sociales interactuantes.¹²

EL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL; EDUCACIÓN ECOLÓGICA Y PRODUCCIÓN ALIMENTARIA URBANA

Es necesario impulsar la educación ambiental y alternativas de planeación del paisaje, de producción alimentaria, en el entorno del municipio de Nezahualcóyotl. No sólo impulsando campañas de concientización para mantener limpio el ambiente, también es necesario promover la educación política ecológica y estrategias productivas de agricultura urbana. Ya no se trata sólo de la limpieza del ambiente, sino del ejercicio de un derecho inalienable del hombre: la salud. Ciertamente, la salud es un derecho de todos y debe de ser custodiada por todos, de manera exigente y organizada. Las asignaturas pendientes son numerosas en educación ambiental: los residuos peligrosos, el reciclaje de la basura, la limpieza del aire, etcétera.

Es preciso impulsar en el municipio organizaciones ecológicas que se encarguen de realizar investi-

11 Es evidente el conflicto actual entre el gobierno federal y los ejidatarios de San Salvador Atenco, Chimalhuacán y Texcoco por la decisión del gobierno federal de construir el aeropuerto en terrenos ejidales.

12 Metodológicamente es básico realizar trabajo de gabinete, en confirmación de datos y modificación por práctica de campo, desarrollando un análisis y síntesis de la región y un reagrupamiento y ordenamiento en gabinete nuevamente. Con estudios específicos de cartografía que caracterice y distribuya elementos y factores físico-espaciales de la región. Un balance del entorno orientado al análisis de factores físico-espaciales que limiten e impulsen las actividades socioeconómicas con la finalidad de poder sugerir alternativas. Precisándose un análisis de la historia regional que posibilite evaluar la evolución de la región a través del tiempo, considerando aspectos naturales, sociales, económicos y políticos, así como el reconocimiento de la estructura y dinámica de las poblaciones (considerando los principales indicadores sociodemográficos, para determinar el desarrollo de las fuerzas productivas, la estructura del proceso productivo y el balance de éste, así como jerarquizar la participación de los sectores económicos regionales). Se precisa, asimismo, desde un principio conocer de la estructura de la propiedad y también de la lógica jurídica que la acompaña, ya que son impedimentos determinantes para la puesta en marcha de cualquier proyecto productivo. En el caso de la planificación incluimos propuestas en las Áreas Geoestadísticas Básicas (Ageb), las cuales permiten delimitar en proyección las soluciones a la problemática urbana.

gación de la problemática ecológica para elaborar un diagnóstico sobre la situación ambiental de Nezahualcoyotl, así como trabajo ecológico práctico. La autogestión ecológica comunitaria es una alternativa viable en la autonomía cultural que da la autogestión de los vecindarios, del poder de la sociedad civil. La enorme cantidad de bienes de consumo y la concentración de bienes de capital sin una alternativa sustentable hacen que se manifieste la contaminación del aire, agua y suelos en proporciones alarmantes, no solo en el área central, también en el área conurbada, a la cual corresponde Ciudad Nezahualcóyotl.

La autoridad municipal tiene la responsabilidad de implementar de la mejor manera la producción alimentaria. En Nezahualcóyotl funciona la Dirección de Ecología, que vigila, controla y autoriza la verificación de establecimientos, atiende denuncias ciudadanas, toma medidas para contingencias ambientales, realiza inventarios de fuentes contaminantes, etcétera. Todo ello en una lógica de reglamentación y de mayor conocimiento de causas y efectos y de la implementación de un bando municipal, que en su capítulo sexto se refiere a “La protección ecológica y del mejoramiento del medio ambiente”.¹³ Hacen falta alternativas y acciones de arbolado y reuso de desechos orgánicos para tareas públicas de parte del municipio, elementos que son necesarios para la agricultura urbana (Rivera E., Ramón., 2000 y 2001).¹⁴ Y desde el municipio es posible lograr mayores competencias en: autonomía y democracia, la descentralización y la participación popular —socializando asimismo la gestión municipal—. La autogestión municipal va ligada también al desarrollo general de la vida futura colectiva para todos. Y la importancia se manifestará debido a que “La transformación de los aparatos de Estado y la asunción por el personal de estos de las propuestas democráticas —tanto políticas como sociales— puede

darse con más facilidad en la administración local y regional que en la central.” (Borja J., 1988: 818).

Ser y sentirse ciudadano es consecuencia de la participación consciente en la vida política colectiva local y global. Madurando este individuo en el seno de la sociedad civil para construir el socialismo, en la propuesta original de Jordi Borja (1998), hablaremos de una sociedad justa y democrática, consiguiendo la hegemonía en múltiples frentes de la vida: el económico, el social, el político, etc. Es de suma importancia la experiencia de las organizaciones sociales que hacen trabajo educativo y cultural, con mayor razón cuando lo cultural va en estrecha relación a lo político y los resultados son satisfactorios en términos de resultados de aceptación de parte de la población, la que debe de desarrollar tareas de producción alimentaria local.



Figura 5. Camellón en Av. Nezahualcóyotl.

La organización popular es de gran importancia para garantizar equipamiento urbano a la comunidad, el desarrollo de estrategias productivas,¹⁵ así como para mantener una identidad urbana y la convivencia social, y es precisamente en el ámbito local, municipal, que se debe de profundizar esta alternativa, ya que es el espacio cotidiano en el que vive

13 Página del gobierno municipal: www.nezahualcoyotl.gob.mx. Fecha de consulta: noviembre de 2005.

14 Actividad que se sustenta en la producción de alimentos en las ciudades y áreas periféricas en donde se hace uso de espacios posibles, incorporando el re uso de desechos orgánicos, así como también el trabajo de arbolado y la creación de viveros.

15 Que de acuerdo con las condiciones del municipio pueden ser orientadas a la agricultura urbana, al mantenimiento ambiental, a la producción de materiales para la planeación del paisaje, para la construcción, etcétera.

la comunidad. Es el territorio propio lo que ofrece seguridad y sentido de pertenencia, identidad, pues es una expresión de territorialidad. El trabajo de campo es básico para comprender los procesos urbanos, tomemos como ejemplo la Microrregión México 24 C —que es una de las 30 microrregiones de la coordinación municipal—, que contiene a la colonia Pirules, que se encuentra dividida en 16 sectores, cada sector integrado por una manzana.¹⁶ Hasta 2001 aproximadamente 98% de las calles en Neza están pavimentadas. La electrificación en 100 por ciento. La comunicación es aceptable, hay camiones y combis que van al metro Pantitlán y las estaciones de la línea del tren ligero. Las principales vías de acceso son: la avenida Pantitlán y la avenida Chimalhuacán, con una gran afluencia vehicular.

Sobre la base de los datos recabados podemos inferir que:

Los grupos familiares tienen que lograr la sobrevivencia en un medio hostil y realizar actividades económicas de carácter informal y es de nuestro interés saber cuántos de los integrantes del grupo familiar están inmersos en el proceso de trabajo. La población económicamente activa es de 41 por ciento. Respecto a la vivienda. El techo en 86% es de concreto y 14% es de asbesto y lámina de cartón. Las paredes son en 26% de lámina y 98% de tabique. Los pisos son firmes y lavables, con un 64% de piso de cemento, 36% de mosaico. Hay un promedio de 2 habitantes por dormitorio, 126 familias no cuentan con una habitación separada y 6% no tienen baño separado de las habitaciones de dormir y cocinar. Respecto a la potabilización del agua, 92% de las familias dicen que lavan su cisterna cada 6 o 12 meses y 85 por ciento nunca la lava y 11% no lava el tinaco en todo el año. En lo referente a métodos caseros de potabilización del agua, 51% dice que hierve o clora y 49% no practica método alguno. Cien por ciento de las viviendas cuentan con inodoro de tipo inglés y drenaje.

Existe una intermediación excesiva —hay 67 mercados públicos y 80 tianguis con cobertura para toda la población—, ya que el sistema comercial del municipio no ha respondido de forma adecuada al acelerado concepto de incremento demográfico ni al proceso de urbanización. Las deficiencias principales se presentan en el sistema de distribución. La longitud de red carretera es de 280 kilómetros, aunque el municipio se encuentra ampliamente comunicado, el sistema de transporte es caro, altamente contaminante y cuenta con un parque vehicular obsoleto e insuficiente para atender la demanda de la población y la industria.

El control político y corporativista que las organizaciones de transportistas ejercen con sus agremiados ha limitado seriamente la modernización del transporte público, de carga y de pasajeros. Se reconoce que la disminución de población se debe al desplazamiento hacia asentamientos periféricos como Chimalhuacán, La Paz, Chalco, Texcoco e Ixtapaluca, entre otros. Hay una incapacidad para generar empleos a la población económicamente activa. Hay que señalar que a partir de 1999 ha habido una explosividad en transporte tolerado de taxis. Ofrecen permisos a una infinidad de organizaciones tanto priistas como perredistas. El tipo de comercio en la microrregión es de lugares expendedores de alimentos en su mayoría. Con una concentración de población en 1970 de 610 268 y en 1980 de 1 341 270, según datos del INEGI. La actividad informal tiene una importancia capital. La constante migración de población se da fundamentalmente de regiones rurales de los estados de Puebla, Oaxaca, Guerrero e Hidalgo. Siempre hay alternativas de sobrevivencia para la población. El comercio ambulante, la venta de productos diversos y la renta de algún espacio del lote familiar.

Las estrategias de producción urbana pueden canalizarse a través de:

16 En términos operativos para labores de salud. Estrategia utilizada por los Centros Comunitarios de Salud de la Secretaría de Salud.

programas de capacitación masiva que consisten en generar entre las grandes masas de desempleados de la ciudad y del campo la conciencia organizativa que les hace falta para asociarse entre sí y crear sus propias fuentes de trabajo de ingreso mediante la constitución de múltiples empresas colectivas, de corte cooperativo, las cuales deberán actuar en forma coordinada y complementaria dentro de los marcos de un sistema regional de generación de empleo e ingreso (Santos de Morais, 1999: 5).



Figura 6. Camellón en Neza. Espacio propicio para agricultura urbana.

Alternativas

En 1997 el ayuntamiento llevó a cabo jornadas de trabajo comunitario en diversas colonias del municipio, que consistían en acercar programas de servicios públicos y desarrollo social, además de informar mediante la distribución de folletos sobre los servicios educativos que había, así como información de los centros culturales y bibliotecas existentes en el municipio, como actividades de teatro, música y danza.

De acuerdo con esta experiencia es posible que se instituya una estrategia de educación ecológica y

alimentaria, como una posibilidad de elevar el nivel educativo de la población. A los ciudadanos nos corresponde unirnos en un frente amplio e incluyente que haga posible que la situación de deterioro ambiental mejore. En la lógica de impulsar una conciencia social de los problemas ambientales y ante la carencia de un criterio real y una falta de visión de sustentabilidad¹⁷ a largo plazo —y en referencia a las decisiones en materia de planificación— es preciso un crecimiento equilibrado de las comunidades en el medio urbano y rural, ya que “al concentrar el gobierno sus acciones, con incentivos y atenciones al desarrollo en unos pocos centros urbano-industriales induce y/o presiona a los pobladores a concentrarse en ellos buscando trabajo y generando, como efecto negativo, buena parte del trabajo urbano actual” (Berg P. y Magilavy Z., 1996: 9 y vii).¹⁸

La naturaleza de las ciudades ha cambiado enormemente

la demanda de recursos que hacen las ciudades de sus propias biorregiones así como de otras más lejanas están creciendo cientos de veces más al tiempo de los medios para proveerlas se reducen; sin embargo, este asunto central aun no ha impactado la esencia de las políticas municipales. Se requiere de un profundo cambio en las premisas y actividades de la vida urbana. Los urbanita deben adoptar valores ecológicos y desarrollar prácticas más responsables en vastas áreas de la vida cotidiana. Los gobiernos municipales necesitan reestructurar sus prioridades para que la sustentabilidad a largo plazo pueda convertirse en una meta viable (6).

Debemos valorar la propuesta que plantean Berg y Magilavy (1996), según la cual “Las ciudades y pueblos que asumen seriamente la sustentabilidad pueden desarrollar importantes proyectos públicos de

17 Hago valedero el concepto de *compatibilidad*, en donde la relación de la sociedad con natura es de mayor respeto y responsabilidad.

18 En San Francisco, California, hubo una reunión sobre Hábitat Silvestre Urbano, a la que llegó gente que ayudó a la protección del parque Golden Gate. “Si todas las alternativas potenciales estuviesen realizándose a niveles óptimos en cada ciudad y pueblo el proceso de decadencia de la región podría ser detenido e incluso revertido”.

gran escala (adoptando todo edificio municipal para usar alguna forma de energía renovable, por ejemplo) a tiempo que se estimulen cambios extragubernamentales” (10), en los que al “mediano plazo los grupos ciudad-verde podrían ligarse para desarrollar iniciativas a nivel biorregión que actualmente no son viables debido a la separación entre las jurisdicciones municipales” (11). En referencia a los cultivos urbanos, es preciso considerar las “áreas verdes de jardinería pública urbana (y) restauración, creación y mantenimiento de la vida vegetal dentro y alrededor de las ciudades” (14), pues hay enormes beneficios de los cultivos urbanos para éstas, ya que serán más habitables, impulsándose mejoras en el drenaje y generando que sean comunidades más unidas. Plantean lo que se puede hacer en las ciudades para promover cultivos urbanos: abolir las leyes que lo impidan, consorcio de agencias e individuos, asistencia técnica, patrocinio y subsidio de cursos, ofrecer superficie urbana, cuerpos de conservación estatales. También son necesarias perspectivas de largo plazo de la acción municipal en las que se logre: apoyo de centros locales de composta, recolección de desechos orgánicos, fraccionadores que destinen cierta área de donde construyen para cultivo, reforestación urbana, estímulo de espacios comunes, destinar espacios para el hábitat urbano y silvestre para plantas y animales. Ciertamente es una utopía la implementación de tales recomendaciones pero es necesario esfuerzo y tomar decisiones aquí y ahora, ya que estamos en una situación de emergencia ecológica.

Los cubanos conciben la planificación regional del paisaje u ordenamiento territorial como: “la asignación de diferentes funciones, distribución de las ramas de la economía y las actividades de la población en las distintas áreas, con el objetivo de asegurar el eficiente uso de los recursos naturales y humanos, además de proporcionar un balance equitativo entre los diferentes intereses de la sociedad y la mejor

organización espacial” (Salinas, 1994: 90).¹⁹ La nombran como *unidades de paisajes* y la han constituido en una disciplina: “La ciencia del paisaje en Cuba surge debido a las tareas de planificación y ordenamiento del territorio, con vistas a soportar del desarrollo socioeconómico, el uso de los recursos naturales y la conservación del patrimonio ecológico e histórico-cultural del país” (90). Situaciones que hacen posible una solución justa a los elementos de la regionalización.

La degradación de los suelos es uno de los principales problemas actuales que enfrenta la humanidad, ya que mundialmente se pierden de 6 a 7 millones de hectáreas de tierras productivas cada año, y a este paso en menos de 250 años se habrán agotado todas las tierras productivas del planeta. A raíz de este problema se han generado propuestas agroecológicas sobre sistemas de agricultura alternativa —orgánica, tradicional, de bajo uso de insumos externos, de labranza de conservación, agroforestería— los cuales han sido conceptualizados en lo que se conoce como *agricultura sustentable*. Se precisa desde un principio conocer de la estructura de la propiedad y también de la lógica jurídica que la acompaña, ya que son impedimentos determinantes para la puesta en marcha de cualquier proyecto productivo.

Las medidas planificadoras son de gran importancia porque nos permite visualizar escenarios presentes y futuros del área que pretendemos convertir en un sistema agroecológico y plantear propuestas posibles e ideales.

Acciones

Un tipo de empresa sería por ejemplo las orientadas a la educación ecológica y producción alimentaria urbana. Donde hablar de medio ambiente implica la recurrencia de hablar de salud, de salud colecti-

19 La urgente necesidad de alcanzar un equilibrio entre el uso de los recursos y la conservación de éstos desde la perspectiva de la máxima optimización.

va y en definitiva de estrategias de salud municipal. Inclusive podemos hablar de empresas familiares (Gravinsky S., 1992)²⁰ y cooperativas de producción y consumo (Divar Garteiz-Arruecoa J., 1985).²¹

Existen principios generales para la prestación de los servicios y su funcionamiento, ya que los servicios públicos “consistirán en la ordenación de elementos y actividades a fin de satisfacer una necesidad colectiva, implicando una participación activa o pasiva de los gobiernos” (Mejía L., 1994: 28). Estos principios son: de generalidad, de igualdad, de continuidad, de legalidad, de obligatoriedad, de equidad, de adaptación, y de administración de los servicios públicos municipales. Es cierto que para las autoridades municipales es necesario ofrecer servicios públicos, ya que es su función, y el cumplimiento o no de esta responsabilidad implica poner en juego su legitimidad.

Hay actividades productivas que pueden cooperar, por ejemplo, impulsar la educación ambiental y buscar alternativas de planeación del paisaje y de producción alimentaria en el entorno del municipio de Nezahualcóyotl; así como promover campañas de concientización para mantener limpio el ambiente, la educación política ecológica y estrategias productivas de agricultura urbana. De allí la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos en el almacenamiento, recolección y transporte. Un buen servicio depende de que el ayuntamiento expida normas y ejerza una planeación efectiva.

Hacen falta alternativas y acciones de arbolado y reuso de desechos orgánicos para tareas públicas por parte del municipio, elementos que son nece-

sarios para la agricultura urbana (Rivera E., R., 2000 y 2001).²² Y es de suma importancia la experiencia de las organizaciones sociales que hacen trabajo educativo y cultural y con mayor razón cuando lo cultural va en estrecha relación con lo político y los resultados son satisfactorios en términos de aceptación por parte de la población, la que debe de desarrollar tareas de producción alimentaria local, en coordinación con el municipio y de ser posible con los financiadores.

Si se involucra la comunidad en tareas productivas es necesario analizar objetivamente que tipo de actividades de carácter cooperativo pueden impulsarse para el beneficio colectivo, donde los costos sean menores al mercado y que exista la alternativa de entrar a este con producción de bienes de consumo realmente necesarios, que ya pueden estar reglamentados (Bando municipal de Nezahualcóyotl).

EPÍLOGO NECESARIO

Si bien es preciso incorporar tecnologías contemporáneas y condiciones de estructura e imagen urbana, esto implica una educación local intensa que no se ve en el horizonte de las organizaciones sociales ni de los partidos políticos. Por lo anterior es preciso realizar un estudio sobre las variadas condiciones de producción de la mediana empresa y las condiciones de trabajo. Alonso habla sobre el modo de trabajo artesanal, así como la fuerza de trabajo que se desplaza; esto quiere decir que además es importante impulsar la profesionalización y la posibilidad de capacitación, y no es suficiente las condiciones de movilización social y productiva que tiene el poder municipal en el ámbito local y regional. Es

20 Quien ofrece una serie de consejos de cómo organizar una empresa de carácter familiar en donde se contemplan diversas coyunturas que comúnmente orientan al fracaso a aquellas empresas que han logrado despegar.

21 Es necesario valorar la importancia de esta forma de asociación productiva que integra una enorme cantidad de aspectos positivos para el desarrollo humano, que es una alternativa ante el capitalismo depredador y ante el desempleo, sin embargo debemos de estar conscientes que el capital transnacional destruye esta alternativa, pero es aquí que el Estado tiene que intervenir, ya que su función esencial es orientar para el bienestar social la planificación política y económica estructural, sin caer en el estatismo autoritario.

22 Actividad que se sustenta en la producción de alimentos en las ciudades y áreas periféricas en donde se hace uso de espacios posibles, incorporando el reuso de desechos orgánicos, así como también el trabajo de arbolado y la creación de viveros.

por esto que es preciso unir fuerzas en la lógica de las Pyme. Para ello contamos con un enorme capital humano o masa crítica en donde es posible comprometer a las organizaciones y a las instituciones.

Es necesaria la educación comunitaria de las colonias populares en el municipio para hacer un llamado a la organización de los colonos para participar en tareas de producción alimentaria en la vertiente de la agricultura urbana. En una lógica en la que la política, en el conjunto del país, ya no sea agencia de empleos para los políticos profesionales y se constituya en instrumento de transformación social.

Es necesario continuar con la construcción de asociaciones civiles que puedan garantizar autonomía y seguir ofreciendo asesoría en la constitución de proyectos educativo-culturales y productivos locales, orientados a la capacitación para la producción local de parte de la misma sociedad civil. Sin embargo, la condición productiva se deja de lado o no se le da importancia, a pesar de que ante la crisis económica es necesaria la autogestión, condición de autosuficiencia en la lógica cooperativa.

Profundizar las formas de autogestión participativa de los pobladores es una condición necesaria, donde se involucre tanto la iniciativa de la aplicación técnica del ordenamiento territorial como la participación constante de la población.

Existen innumerables posibilidades para impulsar la participación autogestiva de los pobladores de la parte oriente de la Ciudad de México y la región oriente del Estado de México, quienes deben estar comprometidos en la creación de sus propias insti-

tuciones, organizaciones y formas comunitarias de labor (Liliana R. S., 1998).²³ Tarea por demás estratégica en un momento en que la participación para el desarrollo social llega a ser una condición de efectividad en los programas de desarrollo, inclusive en los propuestos por el Banco Mundial. El ejercicio de la participación social permite que los propios beneficiarios valoren con creces la importancia de mantenerse en una actitud autogestiva, lo que lleva a un mayor involucramiento en la comunidad local. De allí parte precisamente la estrategia de apropiación de las iniciativas y de la planeación de actividades por parte de la comunidad. Es importante señalar que hay que valorar las iniciativas de participación, que aunque no impactan el modelo estructural dependiente, se aplican en instituciones que controlan la economía de los países en desarrollo, y han llevado a cabo diversas alternativas organizativas.

Ciertamente la era de la información permite conocer las experiencias que han sido significativas en otras localidades con características similares; parece una constante la pugna contra los gobiernos federales, aunque en ocasiones estas fuerzas encierran movimientos de derecha, sin embargo, es una tendencia real la búsqueda de la autogestión por las comunidades, de sus recursos naturales y de sus formas de gobierno en plena autonomía.

Por otra parte es imprescindible desarrollar un marco teórico alternativo para estudios de la organización en México y América latina, ya que están presentes mitos negativos para organizaciones en el ámbito social. La política administrativa en México ha sido pragmática, negada como disciplina social y sin interés por teorizar ésta (Dieter P., Mata B, y Nuñez. R., 1990, p. 17).²⁴

23 Ver *Medio ambiente y autogestión urbana. Procesos participativos en problemas ambientales. Taller de experiencias. 1994*. En este texto se presentan metodologías participativas en la autogestión del medio ambiente y en la búsqueda de servicios urbanos con la participación constante de los pobladores y el apoyo de técnicos orgánicos de las comunidades con vocación de servicio y con la convicción de realizar las actividades desde una perspectiva objetiva. En estas experiencias hay una preocupación por impulsar una metodología que facilite la labor de planeación urbana participativa y que pueda ser aplicada y evaluada pero en la acción misma.

24 La administración posee poca tradición disciplinaria y se ha visto envuelta desde su surgimiento —como programa universitario— por las redes del pragmatismo empresarial. Es señalada como una disciplina factual, y como fenómeno organizacional carecía de relevancia teórica. Ya que “el estudio de las organizaciones y la administración no ha sido todavía considerado en nuestro país como una forma específica y fructífera de comprensión de la sociedad”.

Las organizaciones del campo y la ciudad presentan serias dificultades tanto económicas como políticas en su relación ante el Estado. Sin embargo, sólo con la participación y autogestión de sus miembros las organizaciones han podido salir adelante.

Es importante impulsar la autogestión en las organizaciones, las cuales en experiencias propias han sido exitosas en las condiciones adversas de la política mexicana. Ante la difícil situación económica y política en la era globalizadora se han orientado por la lucha reivindicativa y la educación popular, en la lógica de la construcción de un mundo solidario y emprendedor, apoyadas y orientadas en ocasiones por las ONG, que en el seno de la sociedad civil realizan trabajo organizativo y productivo agrario, urbano y periurbano, en áreas cercanas a las ciudades. Lo anterior implica una efectividad administrativa a su interior y un financiamiento mínimo para poder operar.

La organización es una condición de suma importancia para el logro de objetivos de un grupo social o de una instancia administrativa, deben tener aceptación de los participantes, en una lógica de autoridad necesaria, no autoritaria, sin embargo, se requiere conocimiento de las perspectivas de la organización así como los alcances a nivel de táctica y estrategia.

La “revolución organizativa de nuestro tiempo ha sido principalmente el resultado de ciertos cambios técnicos en la habilidad para organizar; cambios simultáneos en el aspecto físico del progreso del transporte y de la comunicación, y en el aspecto estructural de las formas y la pericia de la organización misma” (Boulding, 1996: 101). Se ha dado un reconocimiento del fenómeno organizativo como problema humano y social, como punto de partida. La difusión y aplicación generalizada de la organización del trabajo humano es un fenómeno novedoso. Los objetivos a alcanzar son la razón de ser de las organizaciones, ya que vivir en un mundo moderno implica el reconocimiento de que hay que realizar tareas de carácter racional que permitan el ahorro de recursos y la efectividad de las tareas, pues “las organizaciones modernas son una respuesta a las

necesidades económicas y sociales del hombre de nuestro tiempo de la misma manera que lo es la presencia de la tecnología al servicio del trabajo en las propias instituciones” (101).

Vivimos hoy día una época de grandes transformaciones sociales y tecnológicas, donde es de gran importancia considerar el valor de las organizaciones y su utilidad no solamente en la lógica de la eficacia empresarial, política o productiva sino además en el espacio de la vida pública racional, es decir, en la vida en democracia. La vida pública está orientada por la política, entendida esta como el arte de vivir juntos en organizaciones. Hacer política es ejercer la organización y la planificación consciente tanto privada como pública.

FUENTES CONSULTADAS

- Ayuntamiento de Nezahualcóyotl. www.nezahualcoyotl.gob.mx. Consultado en julio de 2007.
- Bando municipal de Nezahualcóyotl. Reformado (1999) y sus reglamentos de Promoción y Fomento a la Participación Ciudadana, Municipal, de Comercio, de Mercados y Tianguis. Compilación legislativa municipal de Nezahualcóyotl. Nueva Gaceta de Ciudad Nezahualcóyotl. Marzo de 1999. Órgano informativo oficial del ayuntamiento.
- Berg, P. y Magilavy Z. (1996). *Ecodesarrollo urbano. Un programa de ciudad verde para las ciudades y pueblos del área de la Bahía de san Francisco*. Ediciones Ge., México.
- Borja, J. (1975). *Movimientos sociales urbanos*, Ediciones SIAP-Planteos, Buenos Aires.
- _____ (1988). *Movimientos sociales urbanos*. Antología Sociología Urbana, Inam, México.
- Borth, P. J. (1994). *Agricultura urbana en América Latina*. Cities Feeding People, CFP REPORT SERIES, Report 13, Estados Unidos.
- Boulding Kenneth E. (1996). *La revolución organizativa*, Monte Ávila Editores, España.
- Centros Comunitarios de Salud de la Secretaría de Salud (2002), copias.
- Dieter P., Mata B. y Nuñez. R. (1990). *La Cuestión económica en las organizaciones autogestivas*,

- UACH. Práxis, Fundación Friedrich Naumann, México.
- Divar Garteiz-Arruecoa Javier (1985). *La alternativa cooperativa. Una respuesta a la crisis*, CEAC, España.
- Gravinsky, S. (1992). *La empresa familiar. Guía para crecer, competir y sobrevivir*, Del Verbo Emprender, España.
- Figuroa A. V. (1996). *El nuevo modelo agrario en Cuba bajo los marcos de la reforma económica. En: Desarrollo Rural y Participación*, UBPC, Universidad de la Habana.
- Guzmán, R. V. (1991). *Breve aporte acerca de la problemática habitacional en México*, UAM-A, México.
- Lima T. P., Rodríguez S. M. y García U. B. (2000). "México City: The integration of urban agriculture to contain urban sprawl". En, Nico bakker et ál. (editores). 2000. *GROWING CITIE, Growing Food. Urban Agriculture in the Police Agenda. A Reader on Urban Agriculture, Food and Agriculture Development Centre*, Alemania.
- López R. R. (1989). *Las ciudades latinoamericanas*, Plaza y Valdés, México.
- Lozada, H. et ál. (1998). "Urban Agriculture in the Metropolitan Zone of Mexico City: Changes Over Time in Urban, Suburban and Peri-urban Areas". *Environment and Urbanization*. 10 (2), octubre, Inglaterra.
- Mejía L. J. (1994). *Servicios públicos municipales*. Col. Xinantecatl, UAEM, México.
- Raff C. y Sobrado M. (2000). *A Future for Excluded. Job Creation and Income Generation by the Poor. Clodomyir Santos de Morais and the Organization Workshop*, Zeed Books, Londres.
- Pérez C, J. (1998). *Fenomenología de la problemática urbana metropolitana. Estudio de caso. El municipio de Ecatepec, Estado de México*, tesis de maestría, IPN/ESIA, México.
- Rivera E. R. (2000). *Agricultura Urbana y ordenamiento ecológico territorial*. Primer seminario de agricultura urbana; agricultura urbana y participación barrial y vecinal en la Ciudad de México, y Segundo Seminario de Agricultura Urbana 2001. Memorias. Dpto. Sociología Rural, agosto 2001, UACH.
- _____ (2005). *Desarrollo local y agricultura urbana en la región oriente del Estado de México*, tesis de doctorado, UACH, México.
- Rivera S. L. (1998) "El discurso de la participación en las propuestas de desarrollo social. ¿Qué significa participar?". En *Sociedad Civil. Análisis y Debates. Desarrollo Local*, 3(7), México.
- Rodríguez S., L. et ál. (2000). "Agricultura Urbana en la Ciudad de México". En Torres Lima Pablo Alberto (compilador) (2000). *Procesos metropolitanos y agricultura urbana*, UAM/X. fao, México.
- Salinas Ch. E. "El ordenamiento geoecológico en la planificación regional en Cuba". *Medio Ambiente. IIED-AL*, Año 13, num. 49. Diciembre de 1994. p.90.
- Santos de Morais. (1999). *Apuntes sobre teoría de la Organización*, Cámara de Diputados, México.
- Vázquez, H. (1986). *El nuevo municipio mexicano*, SEP, México.

Planificación metropolitana insustentable en la Ciudad de México



Javier Pérez Corona

INTRODUCCIÓN

El tema de la planificación urbana metropolitana en relación con el medio ambiente de la ciudad en el contexto del neoliberalismo monopolista ha adquirido relevancia en un mundo con características preponderantes de urbanización y sus derivadas consecuencias. En el contexto urbano metropolitano de México este tema presenta singularidades que es necesario esclarecer a través del estudio de la Ciudad de México, a partir de identificar sus contradicciones para reflexionar acerca de la orientación de las políticas urbanas y su énfasis ambientalista, así como sus efectos en el modelo de ciudad polarizada de exclusividad y exclusión.

Por lo tanto el propósito de este trabajo es hacer un acercamiento crítico al discurso de la planificación urbana metropolitana de la Ciudad de México y su relación con el problema del medio ambiente, en el contexto de la fase de la ciudad capitalista neoliberal para develar el carácter ideológico que subyace en el ambientalismo y que busca encubrir sus contradicciones esenciales y el perfil de las políticas urbanas subordinadas a los intereses de los grupos hegemónicos del capital monopolista.

Para tal efecto se parte del supuesto de que en el discurso ambientalista subyace la ideología antiurbana que inspira la crítica ecologista hacia las grandes ciudades, y que paradójicamente, es la clave de los problemas que las agobian, al borde del colapso. De este supuesto emerge la planificación urbana metropolitana que, lejos de derivar en alternativas sustentables, profundiza la problemática ambiental al configurar un urbanismo disperso y fragmentado, de alto consumo del suelo, basado en la motorización de sus habitantes y en la polarización social, contexto propicio para incentivar la concentración y acumulación de capital, pese a la retórica de la sustentabilidad.

Por ello, el trabajo se desarrolla en dos partes: en la primera se reflexiona de manera general acerca de la naturaleza de la planificación urbana y la noción de ambientalismo; en la segunda se busca traducir la condición de la planificación urbana en torno al ambientalismo metropolitano en México, pero a través de la Ciudad de México, debido a su carácter centralizador y concentrador del país, lo que ejemplifica en lo general el proceso por dilucidar. Sin embargo,

no se pretende afirmar que esa dualidad del planeamiento y el medio ambiente ocurran necesariamente en el resto de las ciudades del país.

BREVES REFLEXIONES ACERCA DE LA PLANIFICACIÓN URBANA METROPOLITANA Y EL AMBIENTALISMO

En el actual proceso acelerado de urbanización mundial —de formas inéditas de grandes conglomerados en regiones metropolitanas, con sus límites, contradicciones y consecuencias sociales, espaciales y ambientales— subyace la importancia cada vez mayor que adquiere la práctica de la planificación urbana metropolitana para darle coherencia y transformación a la compleja expresión de los asentamientos humanos y su entorno construido, en un territorio bajo fuertes tensiones y conflictos en la sociedad y la naturaleza. Planificación urbana que en esas pugnas sociales por un proyecto de ciudad se resignifica.

En esa perspectiva, el sentido que se le da a la noción de *planificación urbana metropolitana* en este trabajo está necesariamente vinculada a la fase actual neoliberal de acumulación de capital monopolista y sus expresiones espaciales en nuevas formas de urbanismo a partir de considerar si es factible la existencia de un modelo urbano *ad hoc*, y en qué medida estaría determinado por la índole misma del monopolismo, así como en un nuevo tipo de socialización de la producción considerada en su conjunto, esto es, a nivel de la división social del trabajo, expresada en la fragmentación de su tejido urbano, junto con las funciones del capital en la economía servicial y la intensificación de la movilidad espacial de la fracción hegemónica del capital, en particular con las comunicaciones y transportes.¹ Intervenciones en el marco construido bajo los principios de la rentabilidad, de ahí la clara connotación de un entorno signado por la mercantificación, es decir, una planificación y urbanismo cosificado.

La línea argumental que orienta este postulado de urbanismo cosificado —aludiendo tanto a Lukács como a Marx, donde la ideología del consumismo subsume las relaciones sociales a simples relaciones mercantiles— estriba en que el sistema económico se independiza tanto que finalmente las condiciones sociales se ven inmersas en el sistema económico, de acuerdo con Polanyi (1982). Históricamente la tendencia que se ha impuesto ha sido que la economía de intercambio avanzó a expensas de la economía de los valores de uso. En especial en los últimos años la cantidad de producción sin uso ha aumentado probablemente con respecto a la economía de intercambio en su conjunto. La crisis medioambiental puede contemplarse como resultado de esta tendencia a largo plazo (Friedmann y Weaver, 1981: 285). Cultura de consumo que se basa en un sistema de desenfrenado uso de recursos y energía fósil transformados en un desmesurado proceso metabólico y convertido en emisiones que lastran el ecosistema planetario, transformando la naturaleza en gran escala y propiciando crisis ambiental y el cambio climático. Proceso de producción y consumo de la racionalidad capitalista que subsume el trabajo y la naturaleza a la relación del capital y la productividad en la búsqueda incesante de plusvalía. Proceso que deriva en el *homo oeconomicus*, figura asocial que obedece a la racionalidad económica.

En el ritmo de vida avasallador del crecimiento urbano metropolitano y en el marco de una economía monetarizada, Simmel (1990), ya desde inicios del siglo xx, advertía cómo la metrópolis era el reino de la expansión de las relaciones mercantiles y del dominio creciente del dinero en las relaciones humanas, la explosión de la sociedad dineraria y de la lógica del capital en la vida cotidiana. Proceso que ha modelado ese urbanismo cosificado que tiene en la actualidad sus principales manifestaciones en la ideología antiurbana —en contra del significado identitario de la ciudad— a partir de la ruptura, fragmentación y

1 Cfr. con el interesante análisis de la urbanización monopolista que hace Jean Lojkin en *El marxismo, el Estado y la cuestión urbana*.

expansión del tejido urbano con su suburbanización y periferialidad, la apropiación del suelo de reserva ecológica con atractivos naturales y paisajísticos, la segunda residencia, la museificación de la naturaleza, la paulatina extinción del espacio público, el individualismo y la pérdida de diversidad social como modo de vida urbana.

De acuerdo con Harvey (2007) la construcción del espacio metropolitano en expansión periférica hacia escala regional y megalopolitana se constituye en un ámbito clave para la acumulación de capital: la industria de la construcción, la producción de vivienda y de infraestructura son los ejes dinámicos de la conurbación, y algunos de los sectores clave de su expansión. Los valores del suelo y del espacio edificado están en función de su división social en torno a nuevas centralidades, en el contexto del despliegue de un mercado inmobiliario y de desenfrenada especulación urbana que busca la ganancia rápida. Las consecuencias ambientales derivan en alto consumo de suelo y de materias primas para la edificación de su edificación y redes de movilidad para una creciente demanda, que para su funcionamiento precisa garantizar un alto consumo de energía fósil y de materias primas, alimentos que impactan los ecosistemas. Es decir, la huella ecológica de la metrópolis se expande.

Por ello, es factible ubicar la génesis de los actuales problemas urbanos y del medio ambiente en el despliegue de las externalidades que impactan la cohesión de la ciudad misma y su entorno territorial. La separación de usos del suelo y la zonificación a partir de las contradicciones sociales y espaciales que derivan en la segregación y confinamiento entre sectores elitistas en zonas de exclusividad versus barrios precarios en zonas de confinamiento de desechos y residuos, las industrias tóxicas, etc. En esa perspectiva, el estado y la planificación urbana han contribuido a la exacerbación de sus externalidades. Los emplazamientos suburbanos y periféricos son su expresión, como raíz del problema y referentes de la ideología del antiurbanismo.

En esa lógica de producción y de ocupación del espacio fundada en la dominación de la fracción de clase monopolista, ya sea a través de la producción del marco construido o de uso de las diferentes zonas de la ciudad de esas actividades de alta rentabilidad, destacan zonas de mando y dirección político-financiera, de negocios, de servicios al productor y de alta especialización, de la industria cultural y del turismo, y de reservas de mano de obra de alta calificación en formación con los centros de innovación e investigación, principalmente. En consecuencia, por *planificación urbana monopólica* se entiende a las intervenciones en el medio ambiente construidas bajo una perspectiva utilitarista y de beneficio para las empresas multinacionales dentro de la fórmula de socializar costos y privatizar beneficios en el contexto de las políticas emprendidas por los gobiernos neoliberales de hacer competitiva a la ciudad contemporánea en el sistema de ciudades mundiales para atraer inversiones, dentro del discurso de que sólo así se generarán empleos. ¿Pero qué tanto de verdad o de falsedad encierra ese discurso? ¿Quiénes son los auténticos beneficiarios de ese modelo? ¿Qué tan sustentable es esa planificación urbana metropolitana y de qué magnitud son sus consecuencias sociales y ambientales?

En cierto momento se llegó a cuestionar la existencia de la planificación en la fase del capitalismo neoliberal signado por el mercado como regulador del crecimiento. No queda la menor duda de que la planificación prevalece, pero bajo la condición de subordinación a la hegemonía del capital en un Estado sometido a sus requerimientos. El Estado actual emprende una acometida institucional mediante un cúmulo de medidas apoyadas en leyes y normas para la privatización de los recursos naturales estratégicos del territorio, para beneficiar a las élites del poder financiero mundial; la realización de grandes proyectos inmobiliarios; construcción de autopistas y puertos que son concesionadas a empresas particulares. Todo mediante la inversión pública a grandes proyectos rentables, pero que se privatizan; y que reniegan de la inversión al bienestar social. La

función pública se considera subsidiaria de la gestión privada y que rige los principios del beneficio económico.

Además, también es entendida la planificación urbana monopolista como intervención del Estado en las relaciones de producción y de circulación de los elementos urbanos, así como del control de los efectos útiles de la aglomeración para servir a los intereses de los grupos hegemónicos, en particular la fracción dominante. Bajo esta perspectiva la planificación urbana se subordina a la lógica económica de la empresa monopolista. En consecuencia, la política urbana se concibe no como instrumento de regulación o de gestión de las contradicciones de clase, sino como elemento de profundización de la contradicción principal entre monopolios y sectores sociales no monopolistas.

Algunas características de este tipo de urbanización monopolista ya habían sido subrayadas por Godard y Castells pero orientados a los aspectos determinados por la subordinación de los mecanismos de producción y de ocupación de la ciudad, en particular de la megalópolis, donde se concentran los medios de comunicación y de información estratégicos en la lógica de la acumulación monopolista. Sin embargo, en el momento actual de urbanización monopolista, destaca la forma más desarrollada y efectiva de división social y territorial del trabajo a escala mundial, mediante la organización de las condiciones generales que determinan la realización de las diferentes funciones que permiten su coordinación para acelerar el ciclo de reproducción del capital. Entonces la estructura urbana aparece como sistema en red de ciudades jerarquizada de distinta escala.

En ese contexto la ciudad desempeña un papel económico primordial en el desarrollo de la fase actual del capitalismo y ésta, a su vez, está modelada por las necesidades de la misma acumulación capitalista, pero, no toda la ciudad cumple ese papel, tan solo ciertas zonas resultan estratégicas al reunir condiciones peculiares de equipamiento favorables a ese proceso y que excluye a otras. En esa diferen-

ciación espacial al interior de la ciudad destacan los usos del suelo y su capacidad de aglomerar para derivar en la importancia de la renta territorial, susceptible de monopolizarse, y como factor clave para el desarrollo urbano, pero que también da lugar a la segregación producida por los mecanismos del mercado inmobiliario y los precios del suelo, en el contexto de la nueva división social y territorial del trabajo, nueva división monopolista del trabajo signada por la apropiación privada de los medios de consumo colectivos, que profundiza la segregación social a las periferias de la ciudad o las zonas de menor atractivo al capital.

La actual segregación social se presenta como un rasgo distintivo que caracteriza el estadio monopolista y se materializa en la ocupación del espacio urbano en las grandes metrópolis, entre los grupos que toman las decisiones de mando de los monopolios y del Estado que hacen uso de los lugares urbanos mejor servidos e higienizados; y el conjunto de las clases subalternas, que son excluidas del acceso a los medios de comunicación y de decisión y de los espacios con acceso a los servicios públicos básicos. Segregación que se traduce en una fuerte polarización social y espacial y que se caracteriza por la fragmentación y autonomización, que la distingue de la etapa previa del capitalismo industrial de libre competencia, donde se oponían los diferentes barrios de las clases sociales al interior de la ciudad; en la fase actual monopolista la ciudad se fragmenta, con una separación entre los lugares mejor equipados y de más alta renta del suelo que son apropiados por los grupos de mayor ingreso económico, y que son costeados por los recursos públicos del conjunto de los habitantes de la ciudad.

El proceso de polarización social ha transitado en medio de los ciclos de auge y depresión económica, con las transformaciones en el modelo de acumulación y la intensificación de la producción y el consumo desigual tanto a partir de ingresos y de productividad diferenciales como de consumo de la naturaleza. Esto se ha traducido en aumento de la demanda de mercancías y su impacto en la naturaleza por extracción y confinamiento a un alto nivel de explotación

de recursos naturales, en una alarmante caída del ingreso en amplios sectores de la población y sus consecuencias en la calidad de vida y en la concentración del ingreso en grupos elitistas de la sociedad opulenta. En la dinámica de los cambios económicos del despliegue capitalista el consumismo de la naturaleza se dispara. La sociedad opulenta y su irrefrenable consumo de la naturaleza demanda cada vez más mercancías obtenidas de materias primas de ella. Por lo tanto, el nivel de explotación se intensifica a un ritmo que desequilibra el sistema de reproducción de la naturaleza, que mantiene otros tiempos distintos a los de la lógica de la rentabilidad; además, y cuando ya no hay tierra disponible, se rebasa la capacidad de carga de los sistemas naturales y se alcanzan los límites del espacio del medio ambiente con consecuencias que trascienden las distintas generaciones, que se ven amenazadas en su sobrevivencia.

Este modelo de consumo se difunde al conjunto de las clases subalternas como ideología. Cuando esta expansión del espacio urbanizado llega a sus límites se lleva a cabo en el tiempo en forma de aceleración (aceleración del ciclo de rotación de capital, por ejemplo). Pero se trata de algo más que de expansión y de aceleración; se trata de la usurpación del mundo de la vida, parafraseando a Habermas, y de la naturaleza y de su subsunción a la racionalidad de la acumulación y la explotación, siguiendo el planteamiento de Altvater y Mahnkopf (2002).

En este ámbito, a la política urbana del periodo fordista le sucede otra más flexible, de planificación adecuada a la fase actual monopólica. Para el caso de México se dejan de lado los grandes planes maestros y se sustituyen por programas delegacionales, por los de zonas especiales de desarrollo controlado (Zedecs) y los proyectos urbanos estratégicos, que favorecen a sectores reducidos de la sociedad, profundizando la desigualdad social y su problemática.

En esa perspectiva, para el Banco Mundial (BM) (2010) dos son los problemas prioritarios: la po-

breza y el desarrollo sustentable. Entendiendo, al margen de la visión de este poderoso organismo financiero, que el concepto de desarrollo sustentable se debe centrar en las personas, puesto que busca mejorar la calidad de vida humana y se basa en la conservación ya que está condicionado por la necesidad de respetar la capacidad de la naturaleza para producir recursos naturales y los servicios que sustentan la vida. Desde ese ángulo el desarrollo sustentable significa mejorar la calidad de vida humana viviendo en la capacidad portadora de los sistemas.² Pero, continuando con el informe del BM, una cuarta parte de la población de los países en desarrollo sobrevive con casi un dólar por día, bajo el umbral de la pobreza; mil millones de personas carecen de agua potable, mil seiscientos de electricidad y tres mil millones de servicios adecuados de saneamiento; la cuarta parte de todos los niños de los países en desarrollo están mal nutridos.

Panorama desolador que el BM atribuye a los efectos del cambio climático. Es en ese contexto que el cambio climático se ha convertido en un problema para todos los países, pero en especial para los del sur, los que padecen en 75% de los daños materiales causados por alteraciones del medio ambiente. Con el aumento de la temperatura climática la mayoría de las principales economías están bajo amenaza al afectar la disponibilidad de agua, y con ello al suministro a las aglomeraciones urbanas y la afectación en la capacidad de generación de energía hidroeléctrica. Además de las consecuencias en los mares que dificultarán la subsistencia de los arrecifes, de los que dependen las especies marinas, y que proveen de protección natural contra tormentas y representan la base de importantes medios para la industria turística de la región. Y una consecuencia adicional de los daños por el cambio climático lo constituye la afectación a los pantanos en las costas del Golfo de México, que los hará más vulnerable ante los huracanes. Las singularidades que caracterizan los reportes del Banco Mundial por lo regular son de optimismo ya que atribuyen las

2 De acuerdo con la perspectiva del *World Wildlife Fund*, 1996.

catástrofes ecológicas al cambio climático y siempre evaden mencionar el modelo capitalista neoliberal depredador, además que los intereses de las clases sociales ni se mencionan.

Por ello el problema de la crisis ambiental —considerado a nivel de devastación— debe ser ubicado en un amplio contexto que incluya necesariamente una crisis social y económica. En el ámbito mundial este discurso ambientalista adquiere carta de naturalización en la ONU, en 1983, con la creación de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En 1988 esta comisión publicó el informe *nuestro futuro común*, donde pretende conciliar la industrialización capitalista con la ecología y frenar los estragos del progreso para proponer el concepto de *desarrollo sustentable*. Este concepto esconde los males del capitalismo, excluye los cuestionamientos al modelo destructor de la naturaleza y pregona hacerlo sostenible y duradero como modelo, sin poner en entredicho el modelo de acumulación y consumo y sus beneficiarios; se orienta a estigmatizar el medio urbano por contribuir al deterioro natural y social. Esta visión ecológica separa y parcializa la realidad a través de la crítica urbana. Lo antiurbano pierde de vista la totalidad y la causa de los problemas, para situarlos en perspectiva como resueltos ecológicamente, y situarlos también como adecuados por cumplir con las normas y los materiales certificados como ecológicamente correctos (Garnier, 2006). De esta idea deriva un mercado sumamente rentable para su supuesta conservación. Es decir, la subsunción de la naturaleza a la mercantificación, en el léxico de Echeverría (2008), o bien, la naturaleza *externalizada* por la economía (Leff, 2000). La crisis ambiental se usa para desviar la atención de la causalidad de los problemas, más sociales que ecológicos, y que tienen a la humanidad al borde de la catástrofe civilizatoria.

En consecuencia, la idea que refiere al ambientalismo tiene una clara connotación de crítica a su condición ideológica, que pregona el principio re-

formista del desarrollo en la calidad de vida social con la mejora del medio ambiente, sin cambiar el modelo de sociedad consumista, modelo que además se postula como insuperable, en la medida que se soslayan sus contradicciones de polarización social y espacial. Además, en la misma perspectiva de índole espacialista, sus problemas no serían más que consecuencia de la excesiva urbanización y la metropolización, la fragmentación y la dispersión habitacional y laboral que, sin embargo, el mismo modelo se encarga de agravar.

Por todo ello la planificación urbana metropolitana no ha logrado incorporar la comprensión de la complejidad de la naturaleza porque ha prevalecido la simple lógica del entorno artificial construido en torno a la dinámica de la funcionalidad urbana y de la instrumentalidad capitalista, que divide arbitrariamente los ecosistemas, cuya estructura no se determina por los intereses y derechos de propiedad y de la competencia administrativa de los distintos gobiernos, obsesionados en el crecimiento de cifras y la mejora de sus indicadores macroeconómicos. La zonificación territorial tampoco se determina al margen de la coherencia de los sistemas de la integridad de los espacios naturales y sociales.

PLANIFICACIÓN URBANA Y AMBIENTALISMO EN LA METRÓPOLIS CIUDAD DE MÉXICO

Es un hecho ampliamente conocido el fenómeno de la urbanización en México y su singular tipología metropolitana de alta concentración en reductos territoriales que expresan los desequilibrios regionales y el alto grado de aglomeración de población e inversiones en las principales ciudades. Este modelo se ha reproducido con el aumento del número de metrópolis en el país. México pasó de 12 zonas metropolitanas en el año de 1960 a 56 metrópolis en el 2005, que concentran 78.6% de la población urbana del país; proceso que se manifiesta en casi todas sus entidades federativas.³ De ese intenso

3 Cfr. con información del Conapo y el INEGI, 2004, que en lo general coinciden, pese a sus diferentes métodos de medición.

proceso de urbanización metropolitana y sus contradicciones ha derivado una planeación metropolitana que enfrenta nuevos retos y formulaciones conceptuales para tratar de entender los cambios experimentados en los patrones de ocupación territorial y su impacto en el medio ambiente.

Para ello, en este apartado se muestran de manera general algunos rasgos de la planificación urbana actual y su relación con el problema del medio ambiente de la Ciudad de México, a partir del intento de formulación crítica de su ambientalismo imperante. Para tal efecto se destacan algunos aspectos de una realidad medioambiental mucho más compleja, con la idea de integrar una agenda de discusión más amplia, pero que por el momento y para los propósitos de este trabajo se integra tan sólo con: la insustentabilidad de su medio ambiente metropolitano, las políticas urbanas metropolitanas relacionadas con la emergencia ambiental, la ideología del ambientalismo antiurbano y la subsunción de la naturaleza a la mercantificación.

En torno al primer aspecto, la insustentabilidad del medio ambiente metropolitano de la Ciudad de México, destaca la mayor concentración de población nacional en una porción reducida del territorio del país. Concentración singular que en los últimos años ha derivado en una población desplegada en un mayor gradiente a escala megalopolitana, configurando lo que algunos autores llaman *concentración dispersa*. Sin embargo, su aglomeración está constituida por 18.6 millones de habitantes en una superficie de más de 1 500 kilómetros cuadrados, es decir, cerca de 20% de la población nacional asentada en 0.8% del total del territorio nacional; pero, en algunos sitios rebasa los límites del valle de México con la conurbación de algunas zonas metropolitanas de ciudades adyacentes de Toluca, Cuernavaca, Pachuca, Puebla y Tlaxcala para formar un complejo urbano regional megalopolitano. La mayor parte de ese complejo metropolitano está conformado por usos de suelo habitacional y vialidades, cercano a 90%; en tanto sólo 6% se integra por espacios abiertos, parques, jardines privados. La población metropolitana dispone de 5 metros cuadrados de áreas verdes en

promedio distribuidas de manera irregular, y en algunos casos la situación es mucho peor. En ciertas áreas de la ciudad la población dispone de menos de un metro cuadrado de espacios públicos abiertos para recreación, como en el caso de la Delegación Azcapotzalco, cuando la norma internacional establece 9 metros cuadrados por persona como mínimo de espacios abiertos necesarios para contribuir a una mejor calidad de vida urbana (Garza, 1987).

En este contexto es importante subrayar las diferencias en la disponibilidad de áreas libres por habitante, mismas que están determinadas por la diversidad de las clases sociales y las áreas que ellas ocupan en la ciudad. Además hay un proceso que profundiza esta inequidad en el uso de suelo urbano: el crecimiento físico de la ciudad continúa mientras el crecimiento demográfico se ha estabilizado, lo que refleja un mayor consumo de suelo por parte de sectores sociales de altos ingresos, y determinado por la ideología del consumismo.

Las áreas verdes de esta zona metropolitana incluyen diferentes espacios, reservas naturales protegidas, campos de cultivo y pastoreo, parques y jardines, jardinerías en aceras y avenidas, y terrenos baldíos. En el Valle de México existen 21 parques nacionales y áreas protegidas que, además de brindar espacios de recreo y esparcimiento, fungen como pulmones de la ciudad, como contención del avance de la mancha urbana y como zonas de recarga de agua a los acuíferos, regulada principalmente por la vegetación original, no obstante que algunas áreas han sido invadidas por asentamientos irregulares, es el caso del parque nacional de la Sierra de Guadalupe, al norte de la Ciudad de México. Por ello, la mayoría de las reservas de la cuenca ya no son zonas naturales ni protegidas, porque la mayoría de las casi 81 000 hectáreas se encuentran tan deterioradas que difícilmente pueden considerarse áreas verdes, al grado de pérdida de terreno, incorporado a la mancha urbana. Además de los procesos de erosión de sus tierras y talado de bosques por empresas y habitantes de pueblos aledaños, lo que trae como consecuencia los altos niveles de contaminación ambiental.

La contaminación ambiental de la ciudad proviene de diversas fuentes a partir del consumo de combustibles para diversas actividades, pero la que genera la mayor cantidad de dióxido de carbono son los casi cuatro millones de vehículos automotores que circulan diariamente por la ciudad, no obstante los programas para la mejora de la calidad del aire de la urbe. Por cierto, estas medidas, además de ser limitadas, han propiciado la reactivación y los grandes negocios para la industria automotriz, al incentivar la compra de mayor número de carros por las restricciones en la circulación; el establecimiento de dos verificaciones anuales se ha constituido en un impuesto ecológico y en un negocio muy rentable para los propietarios de las verificadoras. Esto aunado a las consecuencias sociales por la saturación de vialidades y el desgaste en horas-hombre por la lenta circulación vehicular a un promedio de velocidad menor a 20 km por hora, lo que implica que se destine más tiempo social al transporte, al pasar de 5% a casi 25% en promedio en la Ciudad de México, a pesar de la ampliación de la infraestructura y la innovación tecnológica.

Lo dicho anteriormente nos lleva a reflexionar en torno a que la configuración del urbanismo se diseña bajo los imperativos del automóvil (Fernández, 2000). *Motorización y contaminación urbana* se establecen como un binomio complejo y crítico de la problemática ambiental, que sigue sin solución, lo que se complica aún más por las características geográficas del Valle de México, al estar rodeado por cerros que obstruyen las corrientes de aire que limpian la atmósfera.

En este proceso de incremento de la motorización de la población urbana se conjugan variados factores, tanto de estilos de vida modernos, como de la orientación y prioridades de las políticas de vialidades y transporte, con sus consecuencias sociales y

ambientales. Desde hace más de diez años el sector de transporte ha tenido un fuerte incremento en el consumo de combustibles fósiles de casi 48% en los países desarrollados, en el año 1974 era de 34% (Altvater y Mahnkopf, 2002). Después de los acuerdos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzados en la Cumbre de la Tierra, de Río de Janeiro de 1992, el único sector que muestra una creciente emisión de dióxido de carbono (CO²) es el transporte, lo que es consecuencia tanto del uso de energía fósil, como de la ideología urbana individualista, las políticas de precios⁴ y los negocios con los combustibles, que estimulan el comercio y los postulados de transportación intensiva, que no pueden ser soportados ecológicamente.

La insustentabilidad urbana de la Ciudad de México también hay que ubicarla en perspectiva histórica, a partir de su origen de ciudad lacustre y su proceso de disecación lagunar mediante obras para el desalojo del agua para evitar y remediar inundaciones, situación que continúa hasta la actualidad; además está desplantada en una zona sísmica que ha causado grandes catástrofes. Esta condición se conjuga con su alto nivel de expansión urbana descontrolada, que cada vez más limita las áreas de suelo de reserva para la recarga de sus acuíferos, de donde se abastece en un alto porcentaje de agua la ciudad; junto con las obras de drenaje profundo para el desalojo del agua de lluvia. Pero precisamente de ese origen y ubicación en una región de alta precipitación pluvial deriva la gran paradoja: carecer de agua en la actualidad; y que además haya emprendido costosas obras de infraestructura, tanto para traer agua de lejanas cuencas y afectando a otras regiones que necesitan ese vital líquido, como para su desalojo, contexto que pone en entredicho la racionalidad de sus estrategias políticas y de planificación urbana desplegadas.

4 En los últimos años el precio de los combustibles ha tenido un aumento significativo, en particular las gasolinas y el gas se han incrementado en casi 400%, muy por encima del ritmo inflacionario del país. Pese a ello, no ha disminuido mucho su consumo, pero la tendencia apunta a que el parque vehicular se elitizará. Por supuesto que tales medidas no obedecen a una política de cuidado al medio ambiente, y sí al retiro de subsidios, para supuestamente nivelar sus precios de los energéticos con el mercado internacional.

Entre el proceso de extracción y recarga del acuífero de la Ciudad de México hay un déficit de 50% que produce el hundimiento de su suelo y hace decaer la reserva de agua que le sirve de suministro. En los últimos 100 años el suelo de la Ciudad de México se ha hundido 7.5 metros en su área central, además de las consecuencias sociales y ambientales dejadas como externalidades por recurrir a fuentes de abastecimiento cada vez más lejanas con la apropiación de recursos, agua, tierras, cultivos, empleos, etcétera. El ejemplo más común es el de la muerte de la Laguna de Chapala, en Jalisco, al bajar el caudal del Río Lerma.

Esta situación plantea un aspecto esencial en la valoración del impacto ambiental metropolitano, a partir de los costos sociales y de la naturaleza, si es que es ético ponerle precio a la naturaleza, como ha pretendido el capital, cuando se dimensiona lo que consume esta ciudad en sus estilos de vida y su restitución a la naturaleza de lo que le extrae. En ella se consumen 60 m³ por segundo, de ellos 72% se extrae del acuífero del suelo del mismo valle, 26% de la Cuenca del Río Lerma y Cutzamala y 2% de las pocas fuentes superficiales que aún quedan de las laderas boscosas. De ese volumen total de agua de la ciudad, 40% se pierde por fugas en tuberías y desperfectos en las viviendas, no obstante el alto costo, cuando cada metro cúbico de agua que se obtiene requiere una inversión de 23 millones de dólares.⁵ El caudal que abastece a la urbe se destina a diversos usos: para uso doméstico, 67%; industrial, 17%; y comercial y servicios, 16% (Ruiz, 1999). Pero también se distribuye de manera desigual y sus volúmenes varían de zona a zona de la ciudad y entre diferentes sectores sociales. Las áreas de la ciudad de mayores ingresos económicos consumen en promedio 900 litros por habitante por día; las zonas de clase media, 300 litros; y las zonas de mayor precariedad consumen 28 litros (Legorreta, 1999). Además, no hay que perder de vista que esta agua ya no es re-

comendable para beber, lo que ha derivado en un mercado muy rentable de agua embotellada, lo que representa una forma de su privatización.

En ese mismo contexto, pero en el sentido inverso, el drenaje de la ciudad desaloja más de 200 metros cúbicos por segundo de aguas negras y de lluvia, y de ellos se calcula que 40% son de aguas negras, en lo general sin tratamiento, salvo sólo 7%, en 27 plantas de tratamiento utilizadas para riego y mantenimiento de canales de Xochimilco, uso industrial, agrícola y servicios.

En materia de energía la ciudad consume 27% de todo el país, 24% de gasolina, 31% del queroseno, 10% del diesel y el 20% del gas LP. Esa energía de la ciudad en su gran mayoría es producida con hidrocarburos, en 82% y solo 18% con electricidad. Las diversas fuentes que la abastecen son de las hidroeléctricas de Chiapas y Necaxa, la termoeléctrica del Valle de México, ductos y empresas gaseras.⁶ Si bien es ampliamente reconocido que esta energía derivada de combustibles fósiles ha tenido un alto impacto en el deterioro del medio ambiente metropolitano y en la salud de sus habitantes, no ha sido posible el uso de energías alternativas. Los contaminantes a la atmósfera producen un volumen de 2.6 millones de toneladas al año, compuesta principalmente por dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas suspendidas.

Respecto a los desechos que la ciudad produce, estos ascienden a más de 17 000 toneladas de basura diarias, considerando un estimado de 865 gramos por persona. La industria y los hospitales generan 7 000 toneladas de desechos, con ello, el promedio por habitante se incrementa a 1.350 kg. El volumen total de basura se divide en: 47% de los hogares, 29% de comercio e industria, 15% de servicios, y 9% de actividades diversas.⁷ En su confinamiento intervienen diversos lugares entre tiraderos controlados,

5 Revisar la entrevista a Alejandro Encinas en *La Jornada* del 6 de septiembre de 1999.

6 Consultar el informe de la Secretaría de Energía: *Prospectiva del Sector Eléctrico, 2004-2013*.

7 Ver el informe anual del Gobierno del Distrito Federal *El problema de la basura en la Ciudad de México*.

rellenos sanitarios y composta. Aquí cabe destacar que no todos producen la misma cantidad de basura ni su depósito en basureros está exento de las diferencias en clases sociales y en lugares de menor valor de la renta del suelo; es decir, los sectores sociales de mayores ingresos producen más residuos y basura, pero los lugares de la pobreza son los sitios donde, sin excepción, se ubican los confinamientos y tiraderos de basura y los de mayor degradación ambiental.

La efectividad del discurso de la planificación urbana subyacente a recuperar las zonas de la ciudad por degradación ambiental ha permitido la conversión de áreas de basureros y de asentamientos humanos irregulares en lugares exclusivos de alta renta del suelo y de importantes ganancias inmobiliarias para el capital monopolista financiero, a costa de la exclusión de grupos sociales indeseables. El mejor ejemplo actual lo representa el conjunto Santa Fe —situado en una de las zonas de mayor cotización de la ciudad y de un alto flujo de inversiones de capital trasnacional—, que surgió de una zona degradada que requería urgente intervención a través de la expropiación por causas de higiene y de utilidad pública, y que el gobierno en turno destinó a grandes obras de infraestructura para derivar en ganancias privadas. Es decir, aquí se materializa la práctica de socializar costos y privatizar ganancias por medio del ambientalismo y del discurso de hacer competitiva a la ciudad para la inversión de capital y que derive en la generación de empleos. ¿Pero cuál es el costo social y ambiental de hacer atractiva a la inversión extranjera la Ciudad de México para la generación de empleos, bajo la simple fórmula de costos y beneficios? ¿Qué tipos de empleos genera, de baja calificación o de alta calificación, y cuál derrama económica produce? ¿Se reinvierten las ganancias de ese capital en México? Porque el costo social y ambiental de habilitar a la Ciudad de México

para esos fines es sumamente alto. En esa perspectiva de hacer competitiva a la Ciudad de México, la planificación urbana se ha dedicado a la realización de proyectos estratégicos, que apuntalen la inversión privada.

Los antecedentes de esta orientación neoliberal de la planeación en la Ciudad de México se caracterizó por tres vertientes a partir de la década de 1980, y en el marco de la transición de un modelo de planeación normativa a una planeación estratégica, con la idea prevaleciente de que el conjunto de regulaciones había quedado rebasado por la realidad de la crisis social y ambiental (Gamboa de Buen, 1994: 71),⁸ y por su impacto en la productividad y en la salud pública. Es decir, la ciudad en esa situación resultaba obsoleta para la acumulación de capital y para su reproducción.

La primera vertiente consistía en destacar las restricciones de la participación del Estado como regulador del desarrollo urbano, no obstante surgió el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 1987-1988, con los principios que delinearon la descentralización y modernización administrativa para dotar de atribuciones a las delegaciones e impulsar el equipamiento de los subcentros y corredores urbanos que reestructuraron la metrópolis a partir de una mayor jerarquización, con la participación de la inversión privada en el desarrollo urbano de la ciudad (Hiernaux, 1989).

En la segunda vertiente prevaleció la idea de buscar la competitividad de la ciudad para estimular el flujo de inversiones, flexibilizando los procedimientos para la concreción de proyectos inmobiliarios apuntalados con la dotación de infraestructura, estímulos fiscales y mecanismos de participación social en el proceso de planeación y cambios de usos de suelo. Y la tercera vertiente, con la planea-

8 El caso de este autor es muy singular porque conjuga los aspectos de académico, funcionario y empresario inmobiliario, con lo que pone en evidencia los frágiles ámbitos de competencia, compromisos y responsabilidades.

ción estratégica a través de programas específicos de impacto urbano en las zonas especiales de desarrollo controlado, negociados con los habitantes afectados por los cambios en los usos del suelo, reservas territoriales, densidades y estrategias para esa zona. También surgen las intervenciones con los megaproyectos mediante fórmulas de inversión público-privadas, y concesionadas, que hasta la actualidad prevalecen, con el claro propósito de atraer inversiones y capitalizar la renta urbana, en un entorno de supuesta sustentabilidad.

Sin embargo, el modelo de urbanismo que prevalece se orienta hacia la insustentabilidad, con un proceso de expansión urbana metropolitana que se manifiesta en un mayor crecimiento físico de su superficie frente a un menor crecimiento de su población en los últimos diez años, lo que refleja una dinámica de alto consumo del suelo y sus consecuencias en el medio ambiente. Superficie que tuvo un incremento del triple en relación con la dinámica demográfica, que en general se puede señalar como decrecimiento a menos de 3% en el centro, frente a una periferia en crecimiento de 5%, en promedio (Garza, 1987).

El prototipo de ciudad modelo bajo los cánones del ambientalismo es la ciudad de Curitiba en Brasil. Modelo exitoso que ha atraído la atención pública de distintos sectores sociales y grandes empresas que la ven como ejemplo a seguir para hacia allá dirigir sus inversiones, porque reúne las condiciones apropiadas y cuenta con la aprobación de los críticos del urbanismo depredador. Es una ciudad que ha desarrollado políticas urbanas y estrategias sustentables, entre ellas de manera destacada su sistema de transporte, que difícilmente alguien puede poner en cuestionamiento. Pero ¿quién se beneficia de este modelo de ciudad y qué tan alternativo resulta? El discurso ambientalista encubre aspectos sustanciales de la causalidad de los problemas de la depredación de la naturaleza por el modelo de desarrollo y acumulación, a la par de ocultar la lucha de clases en aras de una santa alianza de clases para resolver los problemas del medio ambiente, como si toda la humanidad fuera

responsable de su degradación. Además que este discurso ambientalista ha resultado una veta de negocios sumamente rentable para el capital.

Esta ciudad de Curitiba además de singularizarse como modelo exitoso de planificación y gestión en soluciones urbanísticas en materia de transporte, preservación ambiental y de áreas verdes, manejo adecuado de sus desechos sólidos y líquidos; también destaca por la cualificación y adiestramiento de mano de obra. Modelo que a la par de recibir variados reconocimientos, se asume como prototipo a imitar por numerosas ciudades del mundo; por ello, se le reconoce como capital ecológica. Dentro de sus múltiples atributos destacan las exigencias globales de la gestión urbana y la competitividad, condiciones necesarias para sustentar el desarrollo de los requerimientos de la nueva economía. En ese contexto, las intervenciones edilicias han revalorizado su estructura urbana, la calidad de su medio ambiente, sus atractivos culturales e identitarios, su base económica, funcional y tecnológica para hacer negocios. Además, en el discurso se resaltan las virtudes de la participación de la comunidad y su colaboración entre los sectores público y privado. Todos esos factores son altamente apreciados por los inversionistas y los asesores financieros internacionales, como atributos que debe cumplir la urbe actual, donde el ambientalismo se constituye en un insumo clave para la valorización del capital.

En ese ámbito los emplazamientos urbanos edilicios alternativos de competitividad y conectividad global sustentables se caracterizan por el empleo de sistemas y técnicas innovadoras, supuestamente no depredadoras del medio ambiente natural, pero, sí de exclusión social. Artefactos urbanísticos que cuentan con todos los dispositivos que cumplen con la normatividad y certificación de organismos ambientalistas, pero que sólo están al alcance de los que lo pueden pagar, las clases sociales con alto poder adquisitivo y que son excluyentes con las clases subalternas, los sectores sociales de bajos ingresos. Además la tecnología y sus procedimientos tecnológicos son operados y concesionados a empresas transnacionales que venden esos servicios,

como sucede con los nuevos sistemas de transporte y vialidades.

De los indicadores y registros de prácticas de consumo y desechos que configuran el perfil ambientalista de la Ciudad de México se revelan aspectos esenciales del modelo de ciudad y de estilos de vida urbana que deben ser sometidos a riguroso examen para replantear las formas del hacer ciudad, y que incluso van más allá de los modelos de desarrollo capitalista o poscapitalista —que ha hecho de la ciudad un objeto o producto cosificado, en el léxico de Lukács, por su mercantificación—. La ideología que reproduce ese modelo depredador al crear nuevas necesidades superfluas en el consumo de una sociedad de por sí alienada, y que hace reflexionar acerca de escenarios urbanos catastróficos, pero que ocultan el aspecto esencial: los beneficiarios de ese modelo de desarrollo y sus contradicciones sociales y ambientales.

REFLEXIONES FINALES

Es indudable que la condición de la planificación urbana actual se distingue por la subordinación a los intereses del capital monopolista, que para el caso de la Ciudad de México, esta intervención actúa de manera extrema, y aun por encima de discursos políticos y perfiles partidistas de los grupos que la gobiernan, como si no hubiera un modelo distinto al imperante, pese a la magnitud de la crisis social y ambiental. Hoy más que nunca es urgente replantear el modelo de planificación urbana que haga frente a la complejidad del manejo de los recursos naturales y sociales bajo principios alternativos y éticos de equidad.

Un aspecto de especial relevancia consiste en que la perspectiva de la planificación urbana metropolitana no ha logrado incorporar la comprensión de la complejidad de la naturaleza; no ha cuestionado la prevaleciente lógica de la rentabilidad del urbanismo utilitarista del entorno artificial construido a partir de la dinámica de la funcionalidad urbana y de la instrumentalidad capitalista que divide arbitrariamente los ecosistemas, cuya estructura

se determina por los intereses y derechos de propiedad y de la competencia administrativa de los distintos gobiernos, obsesionados en el crecimiento de cifras y la mejora de sus indicadores macroeconómicos.

En esa perspectiva la planeación urbana metropolitana debe situarse tanto en el drama de sus contradicciones internas como en un horizonte que vea más allá de las fronteras de la ciudad, hacia su entorno territorial por su intensa relación e impacto a partir de los insumos que consume, y los residuos que emite por el modelo de urbanismo imperante contra la naturaleza. Por ello, de acuerdo con Norbert-Schulz, recuperar la unidad entre pensamiento y espacio y su significado sólo es posible a partir de una disciplina que funda una comprensión profunda del mundo de la vida cotidiana entre la estructura del espacio edilicio y la naturaleza para estar en el mundo y darle significado.

Por medio de la crítica al ambientalismo urbano de la Ciudad de México se trata de poner en evidencia la subsunción de la naturaleza a la mercantificación a través de la ideología antiurbana, destacando los aspectos subyacentes al modelo de sociedad urbana consumista y depredadora de recursos naturales por el capital, que hace uso del ecologismo para encubrir las contradicciones generadas por él mismo. En ese sentido el ambientalismo se constituye en un falso problema, en tanto que soslaya la causalidad de las catástrofes naturales y sociales, como al inducir el estigma hacia las grandes ciudades por depredadoras del medio ambiente, no obstante de inducir estilos de vida basados en el consumo que busca reproducir.

De ese cuadro de conjunto trazado de catástrofe y crisis urbana bajo la perspectiva ambientalista, que a su vez ha derivado en un rechazo irreflexivo a la ciudad, en la mencionada ideología cultural antiurbana, como si los problemas ambientales de la ciudad fueran causados por la ciudad misma, conviene no perder de vista un aspecto esencial que pone en cuestionamiento el modelo de consumo de la sociedad capitalista, que ha desatado un consumismo

irrefrenable por los ambientes pueblerinos rurales, al grado de reproducir esas formas alienadas y cosificadas en una escala ampliada, es decir, el problema esencial estriba en la ideología que subyace a los estilos de vida impuestos por el capital.

Con la fase de la planificación urbana monopólica se ha hecho patente la determinación de una tipología de ciudad exclusiva y excluyente que niega la diversidad social como esencia de la ciudad, su urbanidad; exclusiva para los sectores sociales que tienen capacidad económica para la inversión, la acumulación de capital y su consumo, y excluyente con las clases sociales de menores ingresos económicos, que en el caso de la Ciudad de México representa más de 50% de su población, la cual habita en zonas de urbanización precaria. Pero, bajo esa perspectiva queda de lado el carácter dialéctico de su proceso para dar lugar a un determinismo social y espacial por parte de las élites que hacen su modelo de ciudad, negando prácticamente la capacidad de participación de las clases subalternas en el hacer ciudad. Sin embargo, aun en la sobrevivencia y la exclusión, contribuyen desde sus espacios de reproducción social mediante la autoconstrucción a edificar la ciudad y a derivar formas contestatarias a ese modelo de urbanización monopolista.

La relación sociedad urbana-naturaleza se puede reorientar de otra manera para un tratamiento distinto de los impactos de la ciudad, sin menoscabo del gigantismo metropolitano, en la medida de la capacidad creadora de la sociedad urbana, que supere esas visiones reduccionistas del antiurbanismo y reivindique el potencial de la aglomeración y la diversidad que estimula los encuentros e intercambios de experiencias e información en compartir la necesidad de la conciencia ambiental, que ponga en cuestionamiento el estilo de vida consumista depredador de la sociedad y la naturaleza; y que, siguiendo a Lefebvre, haga que la diferencia en la sociedad urbana sea la base de la información, la integración y la riqueza de la complejidad de la vida urbana. Esto es un principio fundamental para la noción tanto del derecho a la ciudad, como para su propio significado de estímulo a la creatividad y al descu-

brimiento de formas alternativas de convivencia en el habitar a partir de repensar la dimensión de sus necesidades humanas.

FUENTES CONSULTADAS

- Altvater, Elmer y Birgit Mahnkopf (2002). *Los límites de la globalización. Economía, ecología, y política de la globalización*, Siglo XXI Editores/UNAM, México.
- Banco Mundial (2010). *Informe sobre el desarrollo mundial 2010: desarrollo y cambio climático*.
- Bartra, Armando (2008). *El hombre de hierro. Los límites sociales y naturales del capital*, Editorial Itaca, UACM/UAM, México.
- Castells, Manuel y F. Godard (1974). *Monopolville*, Mouton.
- Castillo, Laura (coordinadora) (1998). *El desarrollo sustentable en la Ciudad de México*, Instituto de Estudios de la Revolución Democrática, México.
- Echeverría, Bolívar (coordinador) (2008). *La americanización de la modernidad*, Era, México.
- Escurre, Ezequiel et ál. (2006), *La cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Fernández, Ramón (2000). “El futuro de las comunicaciones: transporte versus sostenibilidad”, en García Barreno, *La ciencia en tus manos*, Espasa, Madrid.
- Friedmann, John y Clyde Weaver (1981). *Territorio y función*, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- Gamboa de Buen, Jorge (1994). *Ciudad de México. Una visión de la modernización de México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Garnier, Jean Pierre (2006). *Contra los territorios del poder. Por un espacio público de debates y de combates*, Virus Editorial, Barcelona.
- Garza, Gustavo (coordinador) (1987). *Atlas de la Ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal/El Colegio de México, México.
- Harvey, David (2007). *Breve Historia del neoliberalismo*, Akal, Madrid.
- Hiernaux-Nicolas, Daniel (1989). “La planeación de la Ciudad de México: logros y contradicciones”, en Gustavo Garza. *Una década de planea-*

- ción urbano-regional en México, Colmex, México, pp. 233-252.
- Houtart, Francois (2009). *La agroenergía, ¿solución para el clima o salida de crisis para el capital?*, Ruth Casa Editorial y Ediciones Sociales, La Habana.
- Leff, Enrique (coordinador) (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI Editores, 2a edición, México.
- Legorreta, Jorge (1999). "Abasto de agua a la Ciudad de México", *Debates*, Revista de la Ciudad de México, número 1, año 10, pp. 16-17.
- Lojkin, Jean (1981). *El marxismo, el Estado y la cuestión urbana*, Siglo XXI Editores, 2a Edición, México.
- Polanyi, Karl (1982). *La gran transformación*, Juan Pablos Editores, México.
- Ruiz, Daniel (1999). "La Infraestructura de la Ciudad de México", *Federalismo y Desarrollo*, año 10, septiembre.
- Simmel, Georg (1990). *The Philosophy of Money*, Routledge, Nueva York.

¿Cómo conceptualizamos la insustentabilidad?



La dominación humana sobre los ecosistemas terrestres ha sobrepasado los límites, por lo cual estamos cambiando la Tierra más rápidamente de lo que entendemos.

(Mooney, Lubchenco, Melillo, 1997)

Heriberto Efrén Maldonado Victoria

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hablar de problemas urbanos es hablar de problemas ambientales. Sin duda, las ciudades y, principalmente, las grandes metrópolis son los lugares donde más se refleja la problemática ambiental en nuestros días. A nivel mundial, es en las ciudades en donde se está produciendo la mayor contaminación ambiental, esencialmente como resultado de la concentración demográfica con la consecuente centralización productiva, de servicios, consumo de recursos y, lo más grave, la generación de residuos de todo tipo.

A partir de la consolidación del proceso industrial europeo del siglo XIX, fue la ciudad el espacio idóneo para la producción material; desde entonces el deterioro ambiental producido por las actividades productivas en el espacio urbano-metropolitano ha sido constante y sin interrupciones. En gran medida, debido a estas alteraciones se emitieron, a finales del siglo XX, declaraciones globales (Cumbre de Río 1992, entre otras) para tratar de detener este proceso sin mucho éxito hasta hoy. Más bien, las ciudades y metrópolis han continuado su crecimiento físico-territorial devorando espacios agropecuarios, bosques,

y transculturizando poblaciones de menor tamaño, lo cual nos ha llevado ya en nuestros días a un claro proceso de metropolización. En México ya se tienen registradas cincuenta y seis zonas metropolitanas de diversos tamaños (INEGI, 2010).

El concepto de *sustentabilidad* surge a finales de la década de 1980 como una alternativa para tratar de remediar esta situación, aunque los resultados concretos de la aplicación de sus principios han sido muy limitados. No obstante, debemos plantear alternativas emanadas de este concepto las cuales exploren nuevas posibilidades. No todo está perdido. Ahora que la población urbana ya rebasa a la rural a nivel mundial (ONU, 2008) es más urgente actuar en las ciudades para detener este deterioro ambiental y así garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes urbano-metropolitanos.

LA BÁSICA RELACIÓN SOCIEDAD-NATURALEZA

Actualmente se considera que la relación sociedad-naturaleza va de la mano de las preocupacio-

nes ambientales. Ya no es tan relevante el grado natural o cultural del ser humano y por qué caminos evoluciona, sino cómo se vincula, en tanto ser cultural, en su proceso de desarrollo social y económico, con el ambiente físico y natural. Ahora el principal objetivo de las políticas ambientales de los gobiernos nacionales deberá sustentarse en la vinculación de los distintos grupos humanos, rurales o urbanos, con el ambiente en el cual desarrollan sus actividades, es decir, la prioridad no debe ser la producción material por sí misma, sino el equilibrio establecido entre los sistemas productivos y los recursos naturales disponibles para ello. Obviamente esto se opone a la lógica misma del capitalismo, por lo que necesariamente habrá que repensar la concepción imperante desde el pensamiento ilustrado el cual concibe al hombre como dominador de la naturaleza para poder extraer de ésta los recursos indispensables al progreso material.

De seguir en esta dinámica capitalista, altamente irracional e inequitativa a nivel local e internacional, la depredación continuará inevitablemente, por lo cual es pertinente citar a James O'Connor (2001: 10) cuando dice, "los seres humanos y el mundo natural siguen cursos los cuales terminarán por chocar, lo cual advertían ya 1 700 científicos de 69 países en 1992, entre ellos 99 de los 196 Premios Nobel que aún vivían" (O'Connor, 2001). El autor se basa en la multiplicación, en las últimas cuatro décadas, de los problemas ambientales y sociales que rebasan todo cálculo razonable y además, en un momento histórico en el que la capacidad rectora del Estado es cada vez más cuestionada e ineficaz, permitiendo con ello una práctica del capital más "liberal", si entendemos esto como un ejercicio depredador, irracional y totalmente insustentable para las sociedades modernas.

Incluso, y sin pretender una visión meramente economicista sobre el desarrollo, algunas voces han planteado la inviabilidad del modelo económico actual y su clara oposición a los principios de la sustentabilidad. Así, Américo Saldívar sostiene una postura que podría parecer, apocalíptica

pero finalmente, desde nuestra percepción, muy realista:

Si seguimos creciendo y consumiendo bajo los mismos patrones del último siglo (refiriéndose al siglo xx), el caos y el antidesarrollo estarán más que asegurados. Vale decir, nos enfrentamos ante una situación en la cual el nivel de deterioro ambiental y la devastación del hábitat y de los ecosistemas compromete ya seriamente la continuidad del propio proceso productivo, dado que las tasas de agotamiento superan la capacidad de resiliencia, de restauración y mantenimiento de los recursos naturales. Más aún, el crecimiento económico, en el mejor de los casos, va a la par de la insustentabilidad ecológico-ambiental (Saldívar, 2005).

Este planteamiento refuerza la postura sobre la contradicción entre la naturaleza misma del capitalismo y los objetivos del desarrollo sustentable.

El problema de la insostenibilidad de la sociedad industrial, aún en los países subdesarrollados con aspiraciones a ser países ricos, estriba en que, a diferencia de la biosfera (la cual si es un sistema cerrado), las empresas capitalistas no han sido capaces de cerrar los ciclos de materiales reconvirtiendo, con la ayuda del sol, los residuos en recursos. Con ello, el sistema se topa con la escasez de los mismos y exceso de residuos, a la vez que se complica y resulta más costoso mantener su propia calidad interna. Dichos efectos han tratado de soslayarse sistemáticamente bajo la noción de *producción* en la ideología económica dominante (Naredo, 2002), al presentar como inequívocamente positivo cualquier crecimiento de la misma, aunque se apoye cada vez más en la extracción y el deterioro del patrimonio natural terrestre. La biosfera cerró los ciclos de materiales y residuos con la energía solar, y en ese proceso los residuos se convierten cíclicamente en recursos y, en general, todos los materiales son objeto de reutilizaciones sucesivas. En este punto, Naredo apunta algo importante al señalar cómo: "existe una altísima probabilidad de que el agua que bebemos o usamos a diario haya sido ya bebida o utilizada antes por

algún otro organismo a lo largo de la historia de la tierra (Naredo, 2002).¹

A la luz de lo anterior, podemos decir inequívocamente que un sistema económico es globalmente más insostenible a medida que utiliza (directa o indirectamente) y degrada cantidades crecientes de la energía y los materiales extraídos de la corteza terrestre o de los obtenidos de la sobreexplotación de ecosistemas, especies o recursos considerados renovables. Estos usos dejan una huella de deterioro ecológico observable por el espacio que se necesitará para conseguir los recursos o para depositar o digerir los residuos. A la vez, el deterioro de la calidad interna de dicho sistema puede acarrear su insostenibilidad, no sólo global, sino también local. Es evidente que para saber si un sistema avanza o no hacia la insostenibilidad hay que disponer de información sobre su funcionamiento físico (recursos y territorios utilizados directa o indirectamente, residuos emitidos, recuperación y costes de la misma), sobre su propia calidad interna y sobre los factores que afectan a su metabolismo.

En el contexto urbano-metropolitano el deterioro del medio ambiente tiene una clara relación con los cambios estructurales de la economía, el crecimiento demográfico y los cambios en las modalidades de comunicación, transporte, vivienda, en todo lo cual la tecnología aparece implícita. Así, el crecimiento urbano genera una serie de procesos que son causa y efecto de insustentabilidad y que se manifiestan en factores de diversa índole: *a) Social*. Marginalización, exclusión, pobreza, abandono de los centros históricos, separación del entorno del trabajo y el hogar y pérdida de cultura propia, entre otros; *b) Económico*. Terciarización excesiva de la economía, necesidades energéticas de ecosistemas externos, poca diversificación económica; *c) Territorial y urbano*. Pocos espacios abiertos y zonas de recreo, desorden en el suelo de la periferia, suburbanización; *d) Ambiental*. Ruido, polución, residuos líqui-

dos y sólidos urbanos en exceso, sobreexplotación de acuíferos, agotamientos de recursos naturales y consumo energético excesivo, entre otros.

Desde nuestra perspectiva y considerando lo anteriormente anotado, los impactos ambientales más importantes de la metrópoli actual, son los siguientes:

1. La ciudad no es parte de la naturaleza, depende del ambiente y a la vez lo transforma significativamente (tanto ecosistemas propios como externos). No obstante, frente al gran crecimiento físico-territorial y el excesivo consumo de recursos y energía, la ciudad transforma significativamente tanto al ambiente como a ecosistemas externos y propios. Ante ello, parecería cada vez más cercano considerar como “natural” el contexto urbano, porque además éste es ya parte inherente a la evolución de las sociedades modernas.
2. La demanda de recursos para la ciudad puede ser (y de hecho en las grandes metrópolis lo es) superior a la regeneración natural de los mismos recursos. Por ejemplo, el agua. Este es uno de los principales desafíos actuales en las modernas metrópolis: cómo resolver la necesidad de más recursos y energía sin poner en riesgo los ecosistemas propios y externos y sin provocar un deterioro más grave en la calidad de los habitantes.
3. Los desechos urbanos —residuos sólidos, gases, aguas residuales— pueden no ser asimilados por la naturaleza, según el tipo y volumen de éstos. A pesar de “exportar” la mayor parte de estos residuos, ecosistemas externos a la ciudad son alterados en su funcionamiento e incluso sustentan muchas veces su actividad productiva dependiendo de esos residuos.
4. La expansión metropolitana “altera” la periferia; el espacio de las ciudades está fragmentado política, social y culturalmente (cada vez más

¹ La vida en nuestro planeta tiene dos mil millones de años, en los cuales se han sucedido miles de especies y todas han utilizado los recursos naturales, por lo cual este planteamiento es muy exacto.

en nuestros días). Está presente la multicentralidad, es decir, surgen polos de alto nivel de servicios, de negocios, los cuales “nuclear” importantes sectores de la población periférica. Ya quedó atrás el único y gran Centro Histórico, aquél que nucleaba a toda la ciudad y mantenía cierta unidad en todos los órdenes.

5. En la metrópoli “moderna” faltan mecanismos efectivos de control de uso del suelo, tratamientos de residuos sólidos, industriales, aguas residuales o emisiones de gases; como por ejemplo, en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Lo preocupante del proceso de urbanización de la mayoría de los países subdesarrollados (como características propias), es que se presenta como sumamente costoso tanto económica como ecológicamente. Para los países desarrollados el costo también puede ser alto, no obstante ellos transmiten gran parte de esos costos a los países pobres extrayendo sus recursos naturales (en la mayoría de los casos en alto grado) y exportando productos que pueden ser altamente contaminantes; por ejemplo, los vehículos con tecnologías menos desarrolladas son introducidos por las transnacionales automotrices en ciudades de países pobres sin importar los efectos ambientales y económicos producidos en esos ecosistemas urbanos.

La expansión física de las metrópolis requiere infraestructura y servicios, lo cual finalmente se hace más de manera inmediata que realmente planeado, resultando a largo plazo un costo más elevado, además de ser bajo en calidad. No podemos perder de vista el hecho de todo lo anterior como consecuencia de un proceso físico-territorial el cual era medible en hectáreas (hasta el siglo XIX), pero ahora se tienen que hacer en kilómetros cuadrados. Se pasó de una dimensión rural a una metropolitana en un lapso de tiempo relativamente breve (a lo sumo 250 años a partir de la Revolución Industrial en Europa). Antes eran pocas las grandes ciudades que convivían con pueblos de menor tamaño (pero con autosuficiencia) a una razonable distancia física. Hoy en día, esos pueblos se han visto prácticamente “absorbidos” por la conurbación, o *vaciados* (los más lejanos a las metrópolis) por la emigración, siendo de una u otra manera tributarios del nuevo orden metropolitano. El campo y la ciudad, entidades las cuales se visualizaban como distinguibles, han caído en una dinámica de total supeditación del primero a la segunda. Proceso que también es perfectamente observable en la Zona Metropolitana del Valle de México en donde aumentan, al parecer de forma continua, los municipios conurbados de los Estados de México e Hidalgo.

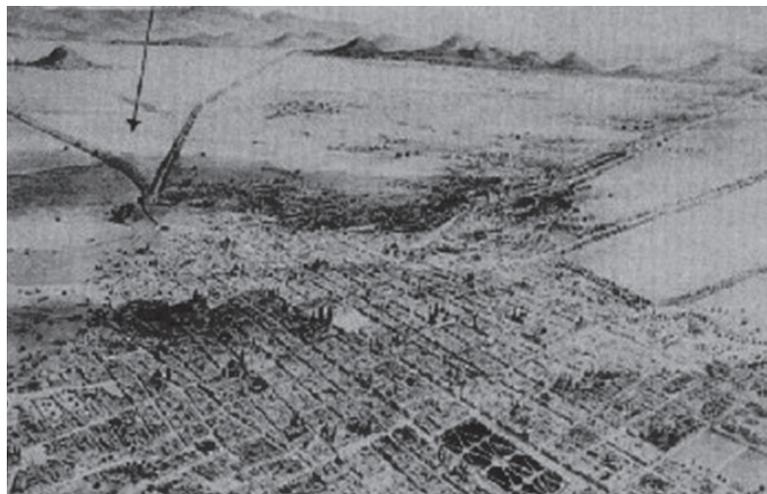


Figura 1. Zona Metropolitana del Valle de México, *paradigma de expansión* de una ciudad medible en hectáreas (s. XIX).



Figura 2. Se pasa a una dimensión de km² (s. xx). Imágenes tomadas de “Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2007”.

Disponible en: http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/df/content/materiales/docs/drenaje_ZMCM.pdf

Uno de los principales problemas para modificar estas tendencias expansivas de las grandes ciudades radica en modificar su funcionamiento, pues la mayoría de las veces la conurbación rebasa a las mismas ciudades centrales o pueblos vecinos, y más bien avanza al margen de ellos. Ahora estos procesos obedecen a una racionalidad “rentable” de la cual los ciudadanos no tienen plena conciencia de sus implicaciones ecológicas y territoriales pero sí resienten sus efectos a mediano y largo plazo. En el caso de nuestro objeto de investigación es ilustrativo cómo la expansión urbano-territorial de la zvmv obedece exactamente a estas condiciones, pues los nuevos e inmensos *conjuntos urbanos*² en municipios como Huehuetoca, Tecámac o Zumpango, son impulsados por el gran capital inmobiliario con la complicidad—o complacencia—de autoridades estatales del Estado de México y también de las federales.

Además, todo ello ha acentuado más la segregación social y espacial, la cual se ha exacerbado en múltiples dimensiones. En las metrópolis la separa-

ción entre grupos sociales es muy fuerte, por lo que se reducen las posibilidades de interacción o se da la pugna por el espacio —el suelo urbano— como soporte de todos estos movimientos ecológicos y sociales. En no pocas ocasiones se presenta la separación física entre distintos grupos sociales.

En relación a lo anterior, el *fenómeno urbano* hace referencia a la explosión demográfica experimentada en los entornos urbanos a lo largo del siglo xx y la cual se resume en dos cifras: 233 millones y 3 000 millones, correspondientes a las poblaciones residentes en ciudades en 1900 y 2000, respectivamente. Sin duda alguna, este hecho, junto con el papel que juega la ciudad en su relación con el medio natural, configura el centro del debate en torno a la sustentabilidad local (UNEP, 1997). Dado que el impacto de las ciudades sobre el medio ambiente domina de forma creciente el debate, para implementar una política eficaz hacia la sustentabilidad será necesario referirse a una política urbana de desarrollo sustentable.

2 Esta es la nueva connotación dada a estos desarrollos, dejando atrás la de *conjunto habitacional* de las décadas de 1980 y 1990.

La sustentabilidad urbana ha sido sugerida con insistencia a nivel internacional y nacional como el mejor enfoque para orientar el crecimiento actual y futuro de las áreas urbanas. A pesar de la amplia aceptación de las premisas del *desarrollo sustentable* para orientar el crecimiento urbano, poco se ha avanzado en trascender de lo normativo a esquemas operativos que promuevan el equilibrio deseado en el proceso. Lamentablemente el concepto de desarrollo sustentable no ha logrado trascender de la retórica a la práctica. Por el contrario, las áreas urbanas en Latinoamérica reflejan las contradicciones y problemas característicos de las sociedades en la región y están sujetas a crisis periódicas. El resultado ha sido “la creación de espacios urbanos fragmentados, con alta segregación espacial la cual acrecienta la exclusión social característica en los países de la región y severos problemas ambientales” (Sánchez).

Una de las bases del desarrollo sustentable es la *participación ciudadana* en la gestión del crecimiento urbano, algo aún lejos de ponerse en práctica en nuestros países latinoamericanos, en especial en México. De hecho, ninguna política urbana debería permitir el crecimiento irracional, anárquico de las ciudades o metrópolis; además, sus habitantes deberían ser partícipes en la gestión de los recursos necesarios para las nuevas áreas urbanas. Tal como lo trataremos más adelante en nuestro objeto de investigación, estos puntos no se contemplan a nivel municipal, delegacional, estatal o nacional. Los resultados están a la vista: continúa la expansión de las metrópolis sin control, devorando áreas agropecuarias, bosques, no contemplando recursos básicos como el agua para los nuevos habitantes. En este proceso, consideramos importante la opinión de J.M. Naredo cuando plantea, cómo la situación empeora a partir de tomarse la sustentabilidad como la moda; “en el caso de España la ocupación del territorio, el urbanismo y la construcción tienen comportamientos menos ecológicos que hace veinte años y una polarización social más acentuada” (Naredo, 2003). En México, esta dinámica se ha agudizado sensiblemente en los últimos 30 años por el modelo económico vigente.

Así pues, los retos que las sociedades deben afrontar en el siglo XXI son grandes y ubicados principalmente en el espacio de la ciudad por albergar ya a más de la mitad de la población mundial. De hecho, se puede establecer con claridad que la supervivencia o el futuro de la misma humanidad dependen de cómo funcionen social, económica y, sobre todo, ambientalmente los ecosistemas urbanos y metropolitanos.

LA PROBLEMÁTICA URBANO-AMBIENTAL DE LA METRÓPOLI ACTUAL

A nivel mundial la población urbana ya supera a la rural desde el año 2008 (ONU, 2008), y se prevé llegará a casi 5 000 millones de personas hacia 2030. En este contexto, las tasas más altas de urbanización están en África y en Asia, aunque en América Latina ha disminuido levemente el ritmo de crecimiento de las ciudades. Obviamente ello no significa una disminución de los problemas urbanos en nuestra región; los principales rasgos de la crisis urbana siguen presentes: concentración de la pobreza, deterioro ambiental, vialidad y transporte, desempleo, asentamientos irregulares, periurbanización, violencia e inseguridad urbanas, entre otros. México, país predominantemente urbano-metropolitano y subdesarrollado, no está exento de esta situación. En este contexto de grandes cambios rurales y urbanos a nivel mundial se da la relación ciudad-ambiente.

La influencia de la ciudad sobre su ambiente es tan antigua como la ciudad misma. Sin embargo, la enorme expansión experimentada por las ciudades en el siglo XX originó problemas ambientales sin precedentes por sus características. Si nos vamos un poco al pasado debemos tomar en cuenta cómo la expresión territorial más importante de la Revolución Industrial se dio en las ciudades. Su expansión acelerada en el siglo XIX en Europa y Estados Unidos dio por resultado las grandes metrópolis del siglo XX. Para el actual siglo XXI, las megalópolis indudablemente serán la expresión socioeconómica y espacial más importante. Consideramos a las me-

trópolis³ estos inmensos tejidos urbanos, como el punto que afecta más gravemente al ambiente por varios motivos; entre los más importantes y para el caso de nuestro país, porque devora campos agropecuarios, bosques, recursos naturales, además de que consume energía en exceso y otros recursos, principalmente agua, vital para la población y cuya gestión está siendo modificada en aras de beneficiar al capital inmobiliario y alterar la vida de los habitantes de comunidades en zonas metropolitanas. Es precisamente aquí en donde radica una de las principales motivaciones de nuestra investigación, pues la expansión de la metrópoli ha sido a costa de la conversión de usos de suelo, de agropecuario a urbano-habitacional, y por las necesidades de servicios y recursos para los grupos, tanto nativos como nuevos, en estos municipios.

Como parte del marco general para el desarrollo de nuestra investigación, partimos del modelo económico vigente en México y la mayor parte del mundo: el capitalismo y su última fase, la etapa neoliberal, lo cual ha provocado en las últimas tres décadas una agudización de las contradicciones sociales y económicas generales, acentuándose ello en el contexto urbano, pues tal como anteriormente se anotaba, una mayor proporción de población a nivel mundial ya vive en las ciudades con una tendencia creciente. Una de las bases de este modelo económico es la liberalización de los mercados, incluyendo las cuestiones medioambientales. Sin embargo, no ha sido fácil la determinación de los precios reales de los bienes ambientales, considerando que son productos no elaborados por el hombre, pero sí muy necesarios para el proceso de producción y para los patrones de consumo presentes en nuestras sociedades. Los neoliberales plantean a los países del norte como el modelo económico-ambiental a seguir y, para ello, parten del supuesto de que los primeros estados

del crecimiento económico vienen acompañados por altos niveles de degradación ambiental, pero conforme se va desarrollando una economía “los efectos negativos se reducen de manera importante” (Pérez, 2009). Con respecto a lo anterior, es significativo el caso de los recursos naturales: independientemente de que se originen en un sistema natural, su valor se asigna a través de un sistema social y económico específico. Así, el concepto de *recurso* adquiere un valor económico, social y ecológico, el cual le es asignado por las teorías económicas como efecto del *mercado*. El caso del agua para consumo en las ciudades es ilustrativo. Cada vez es más evidente su transformación: de elemento vital básico de los grupos humanos se transforma, en una sociedad capitalista, en una mercancía. Avanza, en México y otros países de América Latina, el proceso de privatización en el abastecimiento y gestión del agua a nivel urbano. Uno de los casos más dramáticos fue el de Bolivia, a inicios del siglo XXI, cuando el pueblo protestó decididamente ante los abusos de empresas francesas quienes llegaban al extremo de querer cobrar por el agua de lluvia a los habitantes de Cochabamba en ese país sudamericano. Para bien de los bolivianos, el gobierno elegido a partir de 2004 ha implementado políticas tendientes a preservar los recursos naturales y quitar prebendas a las transnacionales.

Normalmente, en un sistema capitalista de producción, la economía basa fundamentalmente su funcionamiento en flujos monetarios, dejando de lado u omitiendo el valor real de los recursos naturales y, menos aún, de los residuos artificiales creados los cuales carecen de algún valor “económico”. Las premisas de estos sistemas económicos es el uso y abuso de los recursos naturales necesarios para la producción sin importar las consecuencias ambientales de ello, no importan los daños provocados por la extracción de recursos, por la

3 Sin duda es Estados Unidos el país con más complejos urbanos de esta categoría, considerando Bob Wash (en el Este), la de los *Grandes Lagos* (Chicago, Cleveland, Milwaukee), y la del Oeste (desde San Diego a San Francisco) entre las más importantes pero no las únicas. Véase <http://es.wikipedia.org/wiki/Megal%C3%B3polis>

emisión de residuos, uso del territorio no necesariamente idóneo (como es el caso de la expansión metropolitana). Tratando de responder a esas carencias de la economía convencional han surgido, entre otras, disciplinas como la economía ecológica, una de cuyas principales preocupaciones es la de vincular la información física, territorial y social relacionada con la gestión de los recursos que los análisis monetarios han “olvidado”. El propósito sería, entonces, hacer que la sociedad participe en las reglas del juego económico con conocimiento y así evitar, en lo posible, los daños que provoca la falta de control de la sobreexplotación de los recursos naturales.

A las crisis económicas, inherentes al capitalismo, se suma ahora la crisis ambiental mundial urbana y regional. Luis Arizmendi (verano del 2009) ha comentado cómo es que hay tres crisis diversas, pero simultáneas, que se sobreponen e interactúan entre sí, para conformar la crisis de mayores alcances y riesgos de la historia social moderna: 1) el colapso o agotamiento de la configuración “neoliberal” de la mundialización capitalista; 2) la cuarta gran crisis de la historia del capitalismo moderno, la cual explotó casi a la par de la anterior; y, 3) la crisis ambiental mundializada, una crisis yuxtapuesta a las demás pero que las desborda, puesto que con ella precisamente podría ponerse en jaque el futuro de la civilización. Consideramos que esta última es la más importante, pues nunca como ahora se ha reconocido a la naturaleza como el soporte de toda la actividad humana, especialmente la económica, pero nunca tampoco se había incurrido en un abuso tan desmedido e irracional en aras de un crecimiento económico tan fuerte e inequitativo entre naciones y entre regiones a nivel mundial.

En el contexto urbano y metropolitano a nivel mundial, en las últimas cuatro décadas se han marcado tendencias contrarias a la sustentabilidad, las cuales se reflejan de manera concreta, entre otros

efectos: a) una nueva ordenación del territorio urbano, proceso inducido por el capital inmobiliario, b) una expansión territorial incontenible (el *urban spread* para los anglosajones) no planeada y que además separa las distintas funciones de la ciudad, y, c) sobreabuso de los recursos necesarios, tanto de los propios ecosistemas como de otros externos y cada vez más lejanos. Estos efectos están relacionados directamente con nuestros objetivos de investigación, sin embargo la insustentabilidad también se presenta en los ámbitos sociales, económicos, culturales, etc., los cuales rebasan los alcances de nuestra investigación. El segundo de los puntos ha sido estimulado por la migración de los capitales entre países, además de la expansión metropolitana, ha provocado lo que algunos analistas consideran: “la dirección dominante de las intervenciones tanto a nivel nacional como internacional desde 1975, ha incrementado la pobreza urbana y las áreas urbanas hiperdegradadas, ha intensificado la exclusión y la desigualdad. Los pobres urbanos están atrapados en un mundo informal e ilegal, lo cual no se refleja en los mapas” (UN-Habitat, 2003). Se reconoce asimismo, que en estas áreas ya habita un tercio de la población urbana mundial (UN-Habitat, 2003). Es decir, la agudización de la escasez es otra de las manifestaciones de la insustentabilidad urbana de nuestros tiempos. El impacto del actual desarrollo de la urbanización por sobre los ecosistemas ha ido creciendo a tal grado que está haciendo el proceso cada vez más insustentable. Además esta transformación está simplificando nuestras ciudades tradicionales y debilitando los mecanismos de cohesión social.

La problemática urbano-ambiental en México

Hoy en día, a nivel mundial, la población urbana predomina ya sobre la rural⁴ con una tendencia creciente. En el México actual, según datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Infor-

4 Según datos de la ONU, el año 2008 marcó ya 50% del total de población mundial como urbana con tendencia creciente.

mática (INEGI), 73% de la población ya es ciudadana, ubicada en 385 urbes (INEGI, 2005). No obstante, el fenómeno ya rebasó lo meramente urbano para transformarse en metropolitano, pues de acuerdo al mismo organismo, actualmente ya están registradas, en este contexto, 56 zonas conurbadas en el país (también con un tendencia creciente), donde juega un papel preponderante la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con una población superior a los 21 millones de habitantes (INEGI, 2008). El Valle de México está conformado por 16 delegaciones pertenecientes al Distrito Federal, 58 municipios del Estado de México y uno del Estado de Hidalgo⁵ (Tizayuca). En total, 75 unidades político-administrativas. Nuestro objeto de estudio, el municipio de Huehuetoca, es una de estas unidades.

En las cincuenta y seis zonas metropolitanas existentes en México hay una profunda crisis de planeación urbana que pone en riesgo a sus habitantes y vuelve complicada su gobernabilidad. Ha predominado una visión a corto plazo, cobijada por corrupción, improvisación e intereses de grupos de poder traducida en la desmedida explotación de recursos naturales y la especulación con el uso de suelo, que las condenan al subdesarrollo y a una nula competitividad. El bienestar común de sus habitantes y su nivel de vida se restringen por este caos urbano, así como el desarrollo mismo de la ciudad y de la región. Ya hay voces a favor de elevar a rango constitucional el derecho a la ciudad, al lado del de vivienda digna como garantía colectiva perteneciente a todos y no a un individuo, grupo social o al interés oculto disfrazado de beneficio a la ciudad.

A nivel mundial, la Ciudad de México está considerada como una *megaciudad* por su densidad demográfica, pero también, como una ciudad

global en los análisis hechos desde las sociedades metropolitanas, considerando ciudades de países desarrollados como Nueva York, Londres, Tokio, París, como ciudades globales de primer nivel en donde se marcan las tendencias económicas, financieras e incluso políticas con repercusión mundial. Lo anterior por el nivel tecnológico, de desarrollo industrial, de sistemas de información y concentración de capital. Ciudades globales de segundo orden, entre ellas la Ciudad de México, juegan un papel más bien de enlace y extracción para el gran capital transnacional.⁶ A pesar de estar considerada en esta clasificación mundial, la ciudad y su zona metropolitana enfrentan grandes retos en su crecimiento físico y su problemática ambiental, razones por las cuales abordamos esta investigación.

Los fenómenos de acentuada concentración demográfica presentes en México en las zonas metropolitanas se tornan más complejos en el marco de la crisis total (ya común en nuestro país) vivida por la sociedad. Se agudizan problemas de empleo⁷ (*La Jornada*, 12 enero de 2009), déficit de vivienda, servicios públicos, infraestructura, inseguridad, contaminación, todo ello ligado al bajo nivel de ingresos de la gran mayoría de la población. El proceso de metropolización en México parece no detenerse y no es apoyado por una dinámica económica propia de las ciudades, sino por otros procesos presentes. Según estudios de la misma Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) en los últimos diez años la concentración de la pobreza en México se ha acentuado en las zonas metropolitanas del país. La demanda de empleos para la población económicamente activa en la metrópoli ha aumentado, tanto de pobladores inmigrantes como de las nuevas generaciones, en una coyuntura económica nacional crítica y donde el sector

5 En 2008 ya fue aprobada la incorporación de 29 municipios de Hidalgo a la ZMVM; esto lo trataremos más adelante en el trabajo.
6 Entre otros autores ha sido Saskia Sassen quien ha hecho los más importantes análisis de estas categorías de ciudades globales en el mundo actual. Para mayor detalle véase *Cities in a World Economy*.
7 En la crisis actual, de acuerdo con cifras del IMSS, sólo en noviembre y diciembre del 2008 se perdieron 400 000 empleos más.

secundario cada vez genera menos empleos.⁸ En este sentido la pregunta es ¿en dónde se van a emplear estas nuevas generaciones? Todo apunta hacia una mayor terciarización de la economía, como ha ocurrido en la Ciudad de México desde la década de 1980, con el surgimiento de empresas efímeras y ávidas de una ganancia rápida pero creando empleos mal remunerados y con prácticamente nula seguridad social para sus empleados. Todo ello con la anuencia o indiferencia del Estado Mexicano, más preocupado en insertar a nuestro país en tratados económicos internacionales los cuales, a la fecha, muy pocos beneficios han reportado a México.

La expansión de las zonas metropolitanas en el país es resultado tanto de las políticas económicas nacionales —que en los últimos 29 años han sido de corte neoliberal con un adelgazamiento constante del Estado e insertando a México en Tratados de Libre Comercio, principalmente con Esta-

dos Unidos, lo cual ha provocado graves daños al campo—, como de las entidades involucradas físicamente en esas áreas. Para el caso de la ZMVM han incidido las políticas urbanas del Distrito Federal (una de las más importantes en los últimos ocho años ha sido, sin duda, el *Bando Dos*),⁹ y de los Estados de México e Hidalgo. Las políticas urbanas y de vivienda del Estado de México de los últimos nueve años han tenido impacto directo, principalmente, en los municipios conurbados a la Ciudad de México.

En este contexto de crisis e incertidumbre para amplios sectores de población, la ZMVM, ha presentado tasas de crecimiento demográfico positivas, aunque más moderadas en los últimos 15 años. Paradójicamente, la expansión física se presenta incontenible. Han sido algunos municipios pertenecientes al Edomex —Huehuetoca, Tecámac y Zumpango e Ixtapaluca, entre otros— los de más altas tasas demográficas, en el periodo anotado¹⁰

Cuadro 1. Crecimiento demográfico de la ZMVM, DF y Edomex,* 1990-2005

Entidad	1990	1995	2000	2005	1990-1995	1995-2000	2000-2005
ZMCM	15 047 685	16 898 316	18 393 677	19 231 789	2.31	1.24	0.89
DF	8 235 744	8 489 007	8 605 239	8 720 876	0.61	0.28	0.26
Edomex	6 811 941	7 898 080	9 742 094	10 454 340	2.95	2.11	1.42

Fuentes: INEGI, XI y XII Censo General de Población y Vivienda, 1990, 2000; Conteo de Población 1995 y 2005.

* Los datos corresponden al total de municipios conurbados a la Ciudad de México. Las tasas de crecimiento son de elaboración propia con base en los datos de los censos.

- 8 Han sido numerosos los estudios al respecto, sin embargo es Gustavo Garza quien ha sido constante en esto.
- 9 Esta política, implementada en la gestión de Andrés M. López Obrador en el 2001, provocó un severo encarecimiento del suelo urbano en la ciudad, especialmente en las delegaciones centrales, por lo cual mucha inversión pública y privada en vivienda nueva se canalizó a los municipios conurbados del Estado de México.
- 10 Recordemos que, a la fecha, son 58 municipios conurbados del Estado de México y 1 del estado de Hidalgo. Algunos municipios como Tlalnepantla, Naucalpan y Nezahualcóyotl ya presentan tasas de crecimiento demográfico negativas, sin embargo otros como Tecámac, Zumpango, Ixtapaluca o Chimalhuacán, tienen altas tasas de crecimiento.

(INEGI, 2005). Incluso y de acuerdo con el último Censo de Población 2005 (INEGI), los municipios conurbados ya superan en población al Distrito Federal (véase el cuadro 1).

A nivel metropolitano la tendencia demográfica es medida, principalmente en el Distrito Federal. Para el caso de municipios conurbados, objetivo de nuestro trabajo, los datos son elocuentes en sus tasas de crecimiento muy altas (véase el cuadro 2).

Los municipios conurbados¹¹ son cada vez más y algunos presentan altísimas tasas de crecimiento poblacional. Este comportamiento demográfico resulta en un crecimiento físico que se presenta en diversas modalidades de poblamiento: colonias populares, medias y residenciales, asentamientos irregulares y, la más importante por su extensión, los nuevos conjuntos habitacionales (Cruz, 2000). Con respecto a los municipios de Huehuetoca, Te-

cámac y Zumpango han de observarse las altas tasas en el periodo 2000-2005, que coincide con el bum de los desarrollos habitacionales y cuya viabilidad social y ambiental nos proponemos analizar en esta investigación. Todo apunta que la expansión física de la ZMVM seguirá siendo incontenible, pues en 2008 ya fueron incorporados 29 municipios del estado de Hidalgo, por lo cual aumentará el total de población, extensión y problemas (de todo tipo) para los habitantes de esta inmensa metrópoli. En el cuadro 3 se contemplan estos cambios.

La proyección de población para el 2020 (véase cuadro 4), año considerado como escenario de nuestra investigación, permite prever el considerable incremento demográfico en el municipio de Huehuetoca, lo cual es preocupante si no se considera un crecimiento igual en infraestructura y servicios necesarios. La densidad actual¹² es de 368.7 hab/km²; si observamos la proyección del cuadro

Cuadro 2. Crecimiento demográfico y tasa media anual en municipios conurbados*

Entidad	1990	1995	2000	2005	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Edomex	6 811 941	7 898 080	9 742 094	10 454 340	2.95	2.11	1.42
Huehuetoca	25 529	32 718	38 458	59 721	5.07	3.27	9.20
Tecámac	128 218	148 432	172 813	270 574	3.71	3.53	9.38
Zumpango	71 413	92 642	99 774	127 988	4.96	1.71	5.10

* Estas cifras corresponden a los municipios conurbados a la Ciudad de México. Fuente, Censos de Población y Vivienda, 2000; Censo de Población 2005, INEGI.

11 De acuerdo a la última reunión de la Comisión Metropolitana, realizada en noviembre del 2007, el estado de Hidalgo solicitó se integraran a la ZMCM otros 20 municipios de esa entidad.
12 Densidad calculada considerando la superficie total del municipio de Huehuetoca: 161.98 km².

Cuadro 3. Población considerando los 29 municipios del estado de Hidalgo

Entidad	Población 2000	Población 2005	TCMA 1995-2000	TCMA 2000- 2005
Total nacional	97 483 412	103 263 388	1.58	1.02
Región Centro	32 936 450	34 736 303	1.80	0.94
ZMVM	19 389 555	20 328 727	1.50	0.80
Delegaciones DF	8 605 239	8 720 916	0.30	0.20
59 municipios Edo- mex	9 745 094	10 462 421	2.50	1.30
29 municipios Edo. Hidalgo*	1 039 222	1 145 390	2.09	1.73

Elaboración propia con base en datos del Censo 2000 y Conteo de Población 2005, INEGI, México
La nueva delimitación de la ZMVM, se acordó en la *5a Sesión Plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana*, celebrada el miércoles 12 de marzo del 2008.

Cuadro 4. Proyección de población al año 2020

Unidad Polítca	2005	T.P.	2020
ZMVM	19 231 789	0.89	21 962 703
DF	8 720 876	0.26	9 067 094
Edomex	9 742 094	1.42	12 921 564
Huehuetoca	59 721	9.20	223 595

Fuente: elaboración propia con base en datos del Conteo 2005, INEGI.

3, llegará a 1380.4 hab/km², una cifra muy superior a la media del Estado de México y de la ZMVM. Además de lo anterior, debemos tomar en cuenta, tal como se tratará un poco adelante en este planteamiento, el impacto que tendrá para este municipio el ser considerada una de las seis “Ciudades del Bicentenario”.

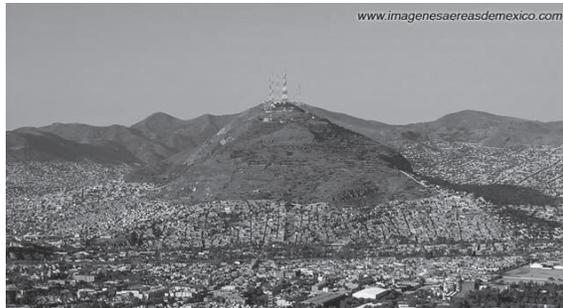


Figura 1. Vista parcial de la Zona Metropolitana del Valle de México.

En la figura 1 podemos apreciar la expansión urbano-metropolitana de la ZMVM, proceso sin freno que devora bosques, áreas de cultivo y barrancas, ante la poca atención de las autoridades (de todos los niveles) y la indiferencia de amplios sectores sociales. Algunas de las preguntas que debemos hacernos es ¿hasta dónde vamos a llegar con esta expansión?, ¿quién o quiénes se hacen responsables del proceso?, ¿quiénes son los grandes beneficiarios de todo este fenómeno?

EL CONSUMO COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA INSUSTENTABILIDAD URBANO-AMBIENTAL

El consumo, desde un enfoque economicista, es entendido como el principal indicador de desarrollo humano, y con ello se hace realidad el clásico ideal de Norteamérica “*bigger, better, the more, the best*”, donde el gigantismo se traslada a todas las manifestaciones urbanas, entre ellas, el consumo desaforado. Esto es, por supuesto, parte de la cultura occidental, en la cual privan los ele-

mentos materiales por sobre los de carácter moral o espiritual, como parte esencial de la existencia del ser humano. En ese sentido, las ciudades de los países industrializados se caracterizan por tener elevadas tasas de consumo, tanto de energía, agua y recursos, así como bienes transformados. Estos consumos traen como consecuencia el rápido agotamiento de la capacidad de carga de los ecosistemas cercanos y la ampliación de la huella ecológica hacia entornos cada vez más lejanos. El caso del agua es paradigmático de esta situación, pues las fuentes de suministro del líquido cada vez se ubican más lejos de la gran metrópoli. Tal como se denuncia en la *Agenda 21* de Naciones Unidas (Unced, '92), “la causa principal de la degradación continua del medio ambiente mundial radica en los actuales esquemas de consumo y producción no viables, principalmente en los países industrializados”. Pero el consumo urbano además está íntimamente ligado con otras problemáticas como el agotamiento de reservas energéticas, la generación de residuos a gran escala, la falta de conciencia ambiental, escasa adopción de técnicas verdes y la especialización productiva del sistema urbano. En este sentido, los ciudadanos, como consumidores finales, han de tener información de los efectos de sus hábitos de consumo sobre el equilibrio de los ecosistemas y por ende, de su calidad de vida presente y futura.

En las sociedades desarrolladas, un problema típicamente urbano es el consumismo excesivo e ineficiente desde el punto de vista ecológico y aun económico. Los patrones de consumo de las sociedades industrializadas han definido las modalidades de crecimiento urbano en sus propios territorios y en las metrópolis de los países subdesarrollados. Desde nuestra perspectiva, uno de los patrones de consumo inducido y más notorio, sobre todo a nivel urbano, es el automóvil, elemento tecnológico que favorece la expansión urbana, presentándose asimismo como altamente depredador del ambiente y provocador de saturación vial, entre otros efectos negativos para las urbes y, en general, para los territorios nacionales. Es paradigmática, en este contexto, la situación de la Ciudad de México, con un par-

que vehicular de casi 4 millones de unidades¹³ (*La Jornada*, 4 de marzo de 2010). Lo anterior para una población de aproximadamente nueve millones de personas, arroja un promedio muy alto de vehículos por persona, cifra aproximada a la de ciudades de países desarrollados. Véanse el cuadro 5 (con datos hasta el año 2005) y la figura 2.



Figura 2. Imagen típica de congestión vehicular en las avenidas de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana.

Cuadro 5. Crecimiento del parque vehicular

2000	316 000
2001	274 237
2002	290 705
2003	292 000
2004	296 000
2005	298 000
Bajas	55 000

Fuente: Datos de la Setravi, en el diario *La Jornada*, del 9 de enero de 2006.

En el cuadro 5 se detallan datos de la Secretaría de Transportes y Vialidad del GDF para el DF has-

ta el año 2005. Para la ZMVM habría que sumar el parque vehicular de los municipios conurbados a la Ciudad de México. Las bajas son el total para el periodo citado.

Las cifras alarmantes son cada vez más preocupantes. De hecho, en el Distrito Federal la cifra de autos nuevos incorporados al parque vehicular es mayor al número de niños nacidos anualmente (cifra aproximada a 160 000 nacimientos); el número de vehículos que se integran al parque está entre 200 000 y 300 000 por año y la sobrepoblación vial aumenta los accidentes. En la Ciudad de México mueren en promedio 17 000 personas por año en accidentes de tránsito, lo cual, según el Centro de Transporte Sustentable (CTS), es cuatro veces mayor a las muertes por narcotráfico. En promedio en el DF ocurren 3 891 accidentes viales por año, al menos 10 diarios.

Para el caso de México surgen las interrogantes: ¿Por qué un país con serias carencias económicas tiene tan grandes contradicciones? ¿Por qué no se ha fomentado, en las grandes urbes, el transporte colectivo de calidad y eficiente de una manera planeada y así hacer nuestras ciudades más habitables (humanas) y sustentables? Son algunas de las preguntas a responder a lo largo de nuestro trabajo. El uso del automóvil lleva a las ciudades, ineludiblemente, hacia una situación cada vez más difícil de inviabilidad socioambiental, pues la problemática de la movilidad actual se origina en una política urbana que ha favorecido, durante varios decenios, el predominio de su uso en la mayoría de las urbes. De hecho, las principales inversiones en materia de desplazamiento en las ciudades se han concentrado en los modos privados (salvo raras excepciones). En la Ciudad de México una de las últimas acciones de las autoridades en materia vial es la Supervía, al poniente de la ciudad, proyecto que ha encontrado serias y bien fundamentadas

¹³ De acuerdo con la Secretaría de Transporte y Vialidad (Setravi), en el DF se cuenta ya con 3 950 000 vehículos registrados, incrementándose un promedio de 250 000 por año.

respuestas de grupos sociales y ambientales, pero que lamentablemente no han sido consideradas por el gobierno de la ciudad. Incluso grupos de investigadores y académicos de instituciones públicas han presentado alternativas más idóneas con el propósito de apoyar el transporte masivo y no privilegiar exclusivamente al vehículo particular. Por ejemplo, la asociación civil El Poder del Consumidor y especialistas en evaluación de rutas de transporte del Instituto Politécnico Nacional, propusieron como alternativa construir tres corredores de transporte público lo cual traería más beneficios públicos con menor costo económico¹⁴ (www.bionero.com, 18 agosto 2010). Por el bien del ambiente y de la sociedad esperamos congruencia del GDF para rectificar este proyecto.

Por lo anteriormente expuesto (lo cual es sólo una parte del problema metropolitano), consideramos importante plantear la insustentabilidad en el corto y mediano plazo por el uso del automóvil en la ciudad, fundamentado ello por los siguientes elementos:

1. Por el agotamiento del petróleo, el cual se ha calculado, de mantenerse en el ritmo actual de consumo mundial (aún cuando se descubrieran de 2 a 5 veces las reservas existentes) se agotaría en el 2040.
2. Contaminación; los motores emiten anhídrido carbónico (CO₂), causante principal del efecto *invernadero* y cambio climático.
3. Transformaciones en las morfologías urbanas producidas por el auto:
 - El modelo de urbanización difusa (expansión urbana).
 - Una disminución y empobrecimiento del espacio público de la ciudad.
 - Una pérdida progresiva de la escala humana en la ciudad.

De esta manera, la transformación constante y progresiva de la morfología urbana ha sido una de las consecuencias de una circulación automovilística cada vez mayor y la cual consume cada vez más espacio en la ciudad. Se debe tener en cuenta que el auto requiere, por un lado, espacio para circular, y, por otro, espacio para estacionarse. De esta forma, se ha estimado como el auto es ocho veces más consumidor de espacio (movimiento o estacionamiento) que el autobús.

Todo ello se inscribe en un contexto, para el caso de Latinoamérica, en donde se ha privilegiado el transporte privado sobre el particular, con notables excepciones como es el caso de Curitiba en Brasil. En general, para el subcontinente, lo plantea Rivas Tovar, “se da una falta de planeación de los sistemas de transporte, así como carencia de políticas que desincentiven el uso del automóvil privado, dado que sólo se han concentrado los esfuerzos en la regulación, pero sin ofrecer a los usuarios alternativas para el uso del transporte público” (Rivas, 2007). Aunado a lo anterior existe una clara tendencia de no dejar el auto privado, lo cual genera grandes problemas de vialidad los cuales afectan desfavorablemente al medio ambiente.

En el mismo contexto urbano, para los países subdesarrollados la situación tiende a ser más crítica por el hecho de albergar a la mayor parte de las ciudades más grandes del planeta. En estas urbes se presenta un metabolismo desproporcionado el cual se caracteriza por la ineficiencia (ecológica y social) de los usos energéticos y materiales, así como la adopción de tecnologías de producción, transporte y transformación altamente contaminantes e intensivas en el uso de grandes cantidades de recursos básicos y energéticos.

14 Del proyecto presentado por estas organizaciones e investigadores del I.P.N. se estimó que los tres corredores darían servicio a 366 200 usuarios, siete veces más de los que usarían diariamente la *Supervía*; véase “Proponen más corredores de transporte público limpio como alternativa a *Supervía Poniente*”; agosto 18, 2010; <http://www.bionero.org/especiales/ecotips/proponen-mas-corredores-de-transporte-publico-limpio-como-alternativa-a-supervia-poniente>

ALGUNAS CONCLUSIONES PARCIALES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Indudablemente la problemática urbano-metropolitana a nivel mundial se ha acelerado en los últimos 20 años, principalmente en los países subdesarrollados, como el caso de México. Para nuestro país el proceso parece imparable y el mismo no es estimulado con la creación de los satisfactores básicos para la población: empleo, vivienda, infraestructura, redes de servicios, centros de salud. Es decir, ha sido una dinámica impulsada por el poder político para beneficiar, en gran medida al capital inmobiliario privado, lo cual responde perfectamente a la política neoliberal aplicada por los gobiernos federales en el país a partir de la década de 1990.
2. No obstante ya considerarse la variable ambiental en la planeación de todos los niveles en el país, en los hechos poco se ha avanzado para realmente proteger los recursos naturales, los ecosistemas y en general, el ambiente a nivel general; el urbano-metropolitano, objeto de nuestra investigación, ha sido de los más descuidados. Consideramos a la ciudad actual —a nivel mundial— como la mayor generadora de la contaminación, de todos los tipos, por lo cual de no prever medidas realmente eficaces en el corto plazo, las perspectivas serán nada buenas para los numerosos grupos humanos asentados en estas metrópolis.
3. Normalmente se presta atención a problemas ambientales inmediatos, como el abastecimiento de agua, desechos sólidos; sin embargo, será importante abordar y plantear soluciones a temas como fuentes de energía, transporte, las zonas pobres carentes de servicios básicos y las cuales permanecen en la ciudad ante la aparente indiferencia de gobiernos locales, así como la frecuencia de los desastres por causas naturales más frecuentes y severos. Es necesario revisar qué pasa con la *huella urbana*, la cual extiende la influencia de la ciudad más allá de sus límites sobre entornos ambientales amplios y los cuales a su vez, tienen efectos sobre

la misma ciudad. Esto se refleja perfectamente en nuestro objeto de estudio, pues los procesos económicos del gran capital de la Ciudad de México, principalmente el inmobiliario, se dejan sentir en Huehuetoca inserta en este proceso de expansión urbana.

4. La Zona Metropolitana del Valle de México sigue creciendo en extensión territorial y, en forma más lenta, en población, no obstante los problemas continúan incrementándose ante la poca respuesta de autoridades, sociedad, sectores industriales. Las primeras sustentan su acción en el discurso político el cual arroja pocas medidas realmente eficaces para responder a los problemas; la sociedad, por su parte, con esa apatía por pensar en que todo debe ser resuelto por sus gobiernos no se molesta en informarse, opinar, y, en el peor de los casos, piensa como todo ya está descompuesto y no es posible corregirlo. Por su parte, los grupos de industriales, financieros, y la élite económicamente fuerte en la metrópoli, pide los mejores servicios, infraestructura, pero cuando se trata de proponer, aportar con recursos, siempre encuentran una justificación para no hacerlo. Un caso ejemplo se da en Santa Fe, donde existe un fideicomiso el cual funciona con recursos del gobierno de la Ciudad de México, pero del cual no se rinden cuentas claras a la sociedad sobre su manejo. A nivel metropolitano no se han podido consolidar en México políticas realmente capaces de dar respuesta a los graves problemas en servicios, vialidades, agua, tratamiento de residuos sólidos, contaminación ambiental, entre otros. Falta mucho para llegar a conformar gobiernos metropolitanos en nuestro país. Cada entidad, sea ciudad central, delegación política, municipio, maneja los problemas a su manera sin coordinarse con los demás. Para colmo surgen políticas supra-metrópoli, las cuales impactan muchas veces negativamente en las entidades de una zona metropolitana. Es el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, en la cual varios municipios conurbados a la Ciudad de México han recibido fuertes inversiones,

acciones políticas, intervenciones del gobierno del Estado de México, lo cual les ha provocado no pocos problemas a los gobiernos y sociedades municipales. Uno de los sectores más abordados en nuestra investigación es el surgimiento de los grandes conjuntos urbanos, miles de nuevas viviendas construidas por el capital privado y ofertadas a población de otros lugares (Ciudad de México o municipios vecinos y aún de otras entidades del país), ansiosa de establecerse en el municipio y poder acceder a trabajo, escuela, salud para la familia.

FUENTES CONSULTADAS

- Aguilar, Adrián G. y Escamilla, Irma (coordinadores) (2009). *Periferia urbana, deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*, Instituto de Geografía, UNAM, Porrúa.
- Arizmendi Luis, “La especificidad histórica de la crisis mundial contemporánea”, *Mundo siglo XXI*, CIECAS-IPN, núm. 17, verano 2009, México.
- Cruz Rodríguez, Ma. Soledad (2000). “Crecimiento urbano y poblamiento en la ZMCM. El Perfil del Nuevo Milenio”, *El Cotidiano*, año 17, UAM-A, México.
- CONAVI, SEDESOL (2006). *Estado actual de la vivienda en México, 2006*, México.
- Duahu, Emilio (1993). “Política habitacional para sectores populares en México; la experiencia de Fonhapo”, en: *Medio Ambiente y Urbanización*, núm. 24, Buenos Aires, Argentina.
- Eibenschutz, Hartman, Roberto, et ál. (2000) *La vivienda del Distrito Federal en el año 2000*, Colegio de México.
- Garza Caballero, Gustavo (2005). *La urbanización de México en el siglo XX*, El Colegio de México.
- Gracia Sain, Ma. Amalia (2004). El poblamiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: análisis y empleo de una tipología explicativa. *Perfiles Latinoamericanos*, año 12, núm. 24, FLACSO.
- Gobierno del Distrito Federal (2004). “Bando Dos”, *Gaceta Oficial del GDF*, México, diciembre.
- Gobierno del Distrito Federal (1993). *Ley de Desarrollo Urbano del DF*, México.
- Gobierno del Distrito Federal (2000). *Ley de Vivienda del DF*, México, marzo.
- Gobierno del Estado de México (1996). *Ley de Vivienda del Estado de México*, 1996.
- Gobierno del Estado de México (2006-2012). *Programa Estatal de Desarrollo Urbano*.
- Gobiernos Municipales de Huehuetoca, Tecámac y Zumpango (2006-2009). *Programas Municipales de Desarrollo Urbano*.
- Gobiernos Municipales de Huehuetoca y Zumpango (2007). *Modificación al Programa de Desarrollo Urbano de Zumpango*.
- Gobierno Federal (2006), *Ley Federal de Vivienda*, México, mayo.
- Gobierno Federal (2001). *Plan Nacional de Desarrollo, 2000-2001. Sector de la vivienda*, México, mayo.
- INEGI. XI y XII Censos generales de población y vivienda, 1990 y 2000.
- Conteos de población y vivienda, 1995 y 2005, INEGI.
- INEGI, CONAPO, SEDESOL (2004). *Delimitación de zonas metropolitanas en México*.
- La Jornada* (2009). “El peor desplome en zonas urbanas de los últimos tres gobiernos”, 12 de enero.
- La Jornada* (2010). 4 de marzo.
- Leff, Enrique (1994). *Ecología y capital*, UNAM, Siglo XXI, México.
- Leff, Enrique (coordinador) (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI, México.
- Naredo, Juan Manuel (2002). “Instrumentos para paliar la insostenibilidad de los sistemas urbanos”, en: *Ciudades para un futuro más sostenible*. Madrid, España. Boletín CF+S>24: Ecología y ciudad: raíces de nuestros males y modos de tratarlos. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n24/ajnar.html>
- Naredo, Juan Manuel (2000). “Sobre la Insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla”, *Gaceta Ecológica*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Maya, Esther y Cervantes, B.J.F., (2006). *La producción de vivienda del sector privado en el municipio de Ixtapaluca: el caso de la Unidad Habitacional Sanbuenaventura*, Facultad de Arquitectura, UNAM, México.

- O'Connor, James (2001). *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*, Siglo XXI, México.
- Ortiz, F. Enrique (1996). *Fonhapo, gestión y desarrollo de un fondo público en apoyo de la producción social de vivienda*, México.
- Pérez Campuzano, Enrique (2009). *Desarrollo y Medio Ambiente; algunas miradas sobre las ciencias sociales*, CIEMAD-IPN.
- Rivas Tovar, Luis et ál. (2007). "Incentivos y desincentivos en los sistemas de transporte público en Londres, Madrid y la Ciudad de México" *Mundo Siglo XXI*, CIECAS-IPN, núm. 10, otoño, México.
- Romero Vadillo, Irma G. (2008). *El impacto de la globalización en la transformación del territorio a través de la política habitacional implementada en Tecámac*, Estado de México, CIEMAD-IPN, México.
- Saldívar, Américo (2005). "México, la economía del desarrollo insustentable", *Mundo Siglo XXI*, IPN, núm. 1, México.
- Sánchez R., Roberto, *Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*. Disponible en: www.iai.int/files/comunications/publications/institutional/Brok.Spanish.pdf
- Sasse, Saskia (2006). *Cities in a World Economy. Sociology for a new century*, University of Chicago.
- Schteingart, Martha, et ál. (2006). *Entre el Estado y el mercado. La vivienda en el México de hoy*, H. Cámara de Diputados/UAM-A, Porrúa, México.
- The Harvest Fields Satictics* (2006). Publica datos demográficos mundiales de la ONU.
- Unced, '92. *Agenda 21* de Naciones Unidas.
- UNEP (1997). Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas. Disponible en: www.eumed.net/tesis/jmc/cap01.pdf
- UN-Habitat (2003). *The Challenge of Slums, Global Report on Human Settlements 2003*. Earthscan Publication Ltd. Uk/USA, New York.
- Villavicencio, Judith, et ál. (1996). *Vivienda social y condiciones de vida en la Ciudad de México. Los programas habitacionales de Fonhapo y Fividesu*, UAM-A, México.
- Villavicencio, Judith, et ál. (2000). *Condiciones de vida y vivienda de interés social en la Ciudad de México*, UAM-A, Porrúa.

Potencialidad de desarrollo sustentable y planeación territorial: caso de estudio

Municipio de Tlaxco, Tlaxcala

8

Miguel Alvarado Cardona
Rolando Reynoso Pérez
María Concepción Martínez

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se localiza al norte del estado de Tlaxcala (véase figura 1), en la Región Hidrológica 18 Río Balsas (Conagua, 2007). Colinda al norte con los estados de Hidalgo y Puebla, con los municipios Benito Juárez, Hueyotlipan, Muñoz de Domingo Arenas, Atlangatepec, Tetla de la Solidaridad, Lázaro Cárdenas y Emiliano Zapata al sur; fisiográficamente, se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico y la sub-provincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 1981) y tiene una superficie de 572 875 km² y una población de 35 506 habitantes.

Las actividades productivas como agricultura, silvicultura, ganadería e industria; los servicios; la aplicación de técnicas para conservar el suelo; los fertilizantes orgánicos; la construcción de plantas para tratar el agua y los rellenos sanitarios; deben contribuir al desarrollo sustentable y a la planeación territorial, tanto a nivel regional como municipal (Mora, 2005: 23). A ello se le llama potencialidad para el desarrollo sustentable y es la capacidad que tienen los elementos ambientales para generar un crecimiento económico sustentable. Es un estilo de desarrollo que solventa las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las

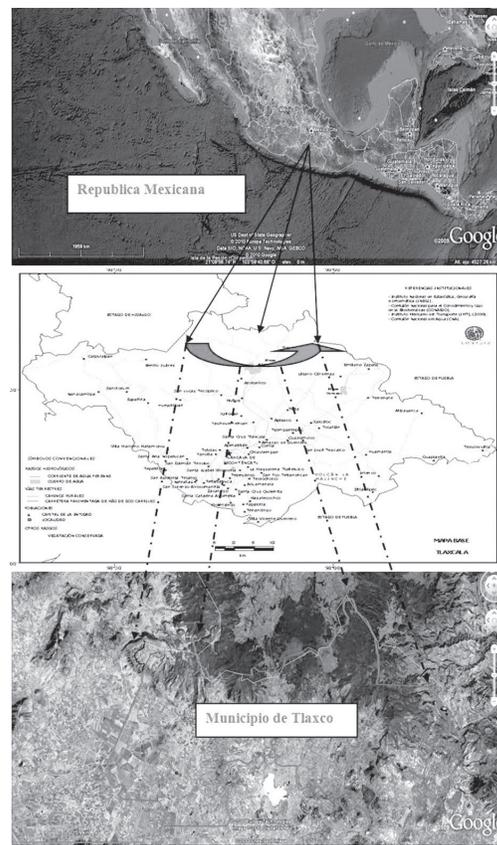


Figura 1 Localización del Municipio de Tlaxco.

futuras generaciones para satisfacer las propias (López, 2006: 54). Sin embargo, en el área objeto de nuestro estudio no se conocen las potencialidades de los elementos ambientales ni las medidas para un crecimiento económico sustentable. Para ello es necesario evaluar la potencialidad de los elementos ambientales y así, planear el desarrollo sustentable del municipio.

Conocer las capacidades de estos elementos es de suma importancia para poder tener un crecimiento económico que contribuya a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y a proteger el ambiente. Países como España, Francia, Inglaterra, Venezuela, Ecuador, Cuba y México, están considerando las potencialidades de los elementos ambientales para la planeación territorial y el desarrollo sustentable. En Venezuela se definen zonas especiales para el desarrollo sustentable en función de la potencialidad de sus recursos naturales (Fonzdes, 2003: 19). En México se delimitan áreas con potencial ecoturístico en función de esta actividad (Romero, 1999: 20), el agronegocio familiar del jengibre en Tapiraí, Brasil. De ahí que se estableciera como objetivo de esta investigación identificar como aquellos elementos ambientales que tengan potencial para el desarrollo sustentable y la planeación regional.

“Existen diversos tipos de planeación y/o planificación, sin embargo para efectos del presente estudio, se mencionará únicamente lo relacionado con el nivel regional. La planeación regional para autores como Blake se define como "el proceso de incorporación de las variables regionales en cualquier tipo de plan". La mayor parte de los planes regionales pretenden dos objetivos fundamentales: 1) desarrollo equilibrado entre las regiones y 2) la promoción del ritmo creciente de cambio económico y social traducido en un crecimiento secular de la producción y el ingreso por habitante.

La planeación regional comprende dos visiones que, teóricamente, debieran complementarse, pero empíricamente sucede lo contrario. Estos dos ámbitos son: la planeación urbana y la planeación

rural (Ordaz, 2006: 12). Ahora bien, se considera importante mencionar la diferencia entre una planeación y/o una planificación regional. Para ello se cita a Horacio Landa, quien menciona que planeamiento o planeación regional es:

La determinación de las directrices de la organización urbanística y el ordenamiento de las actividades humanas en el territorio de una región determinada, atendiendo a las necesidades sociales y económicas, posibilidades y recursos de dicho territorio. Se expresa en forma de políticas regionales legalmente fundamentadas, en proyección a largo plazo, e incluye los distintos aspectos de la producción; deberá corresponder a las políticas nacionales y servirá como marco de referencia para la planeación urbana.

Otra definición de planeación regional según Landa se refiere a "las actividades que enfatiza la distribución espacial de las actividades económicas y sociales con el propósito de un desarrollo armónico del territorio nacional." Para la administración pública municipal, planeación regional se define como el proceso de incorporación de las variables regionales en cualquier tipo de plan, la mayor parte de los planes regionales pretenden dos objetivos fundamentales: el desarrollo equilibrado de las regiones y la promoción del ritmo creciente de cambio económico y social traducido en un crecimiento secular de la producción y el ingreso por habitante". (Disponible en: www.eumed.net/libros-gratis/2006b/voz/1f.htm).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo planteado se estructuró un procedimiento metodológico integrado por tres fases: Recopilación de información base y temática, caracterización de los elementos ambientales, y diagnóstico de la capacidad de uso de los elementos ambientales y de actividades productivas. En la primera fase se recopiló información bibliográfica, cartográfica, fotografías aéreas, imágenes de satélite, espacio mapas, en dependencias como INEGI, Semarnat, Conagua, Sedesol, Gobierno del estado de Tlaxcala y del municipio. A con-

tinuación, se delimitó el área de estudio utilizando la cartografía topográfica escala 1:50 000 (INEGI, 1982-2007) y los límites geopolíticos del municipio. En seguida se actualizó la cartografía temática llevando a cabo una interpretación de las fotografías aéreas escala 1:50 000 (INEGI, 1973, 1995), el espacio mapa 1:150 000 (INEGI, 1996: 15), rectificando y ratificado la información en campo.

Posteriormente, en la segunda fase que pretende hacer una caracterización del lugar, se describieron los elementos ambientales como clima, suelo agua, vegetación, geología, fauna, población, vivienda, cultura, religión, actividades productivas, Producto Interno Bruto (PIB), Población Económicamente Activa (PEA) y salarios; para lo cual se utilizaron tanto la cartografía base como la temática de INEGI actualizadas, trabajos de campo y gabinete.

Y por último, la fase de diagnóstico se inició con un análisis de la potencialidad de los elementos ambientales con el fin de determinar el uso potencial del suelo o la capacidad agrícola, pecuaria y silvícola del mismo. Ésta se basa en factores limitantes como la pendiente, disponibilidad de agua, profundidad del suelo, erosión, salinidad fijación de fósforo, obstrucciones, acidez y drenaje interno utilizando el método de INEGI (2009: 26) y *el árbol de decisiones*. Para examinar el caso del agua se empleó el Índice de Calidad del Agua (CNA, 2008: 50), de la información estadística (INEGI, 2006). Para determinar la potencialidad de los minerales con fines industriales se hizo una evaluación de la cartografía geológica (INEGI, 1983-2001), en el caso de los aspectos socioeconómicos (PEA, población, educación, salud, etc.), se analizó la información estadística.

RESULTADOS

En este apartado se retomarán las fases de las que ya se habían hablado. Como resultado de la primera fase se obtuvo información cartográfica base y temática; escalas 1:50 000 y 1:250 000; fotografías aéreas escala 1:50 000, 80 000 y 1:250 000; espacio mapa escala 1:150 000 y bibliografía relacionada con el tema.

Por lo que toca a la meteorología, las diferentes condiciones como latitud, altitud, calor, precipitación, vientos y evaporación, han contribuido para que en el municipio domine el clima templado subhúmedo, de humedad intermedia. La cobertura del área de estudio es de 57%, con una temperatura media anual que fluctúa entre 12 y 16° C y una precipitación media anual entre 700 y 900 mm.

De acuerdo con el tipo de suelo, se encontró que en el área de estudio predominan las *Toba andesítica*: roca del terciario superior muy fracturada. Ésta se localiza en lomeríos, bajadas de cerros y mesas tanto en el norte como en el sur de la zona observada. Son de color ocre y pardo claro, de composición andesítica o dacítica, presentan feldespatos y fragmentos de pómez, esta piedra generalmente es rica en cuarzo. La interacción de los elementos ambientales como el clima, relieve, litología y organismos en un periodo de tiempo han originado que los *Feozem háplico* ocupen mayor cobertura, suelo de color oscuro, con horizonte A mólico, ricos en materia orgánica, se localiza al sur del área.

El clima templado húmedo con lluvias en verano y los tipo de suelo *andosol húmicos* y *feozem* han contribuido para que en el municipio el bosque de pino sea el dominante, esta vegetación se caracteriza por la presencia del género *Pinus*; las especies con mayor distribución en el municipio son las siguientes: *Pinus hartwegii*, *Pinus teocote*, *Pinus montezumae* y *Pinus psedostrobus*.

El municipio de Tlaxco se localiza en la zona norte de la cuenca del Río Zahuapan que corresponde a la Región Hidrológica 18 Río Balsas; (INEGI, 1983), donde el Río Zahuapan es la corriente principal de agua y la presa Benito Juárez y Lázaro Cárdenas son los cuerpos de agua más importantes. El acuífero Atoyac-Zahuapan pertenece a la Región Hidrológica del Balsas y abarca 2 380 km².

Las actividades productivas como agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento de los asentamientos humanos han obligado a la fauna a migrar o desaparecer; sin embargo, todavía se encuentran en algu-

nos sitios zanates, tórtolas, gorriones, golondrinas y palomas; y animales como conejos, liebres, zorrillos y tuzas.

Los procesos geológicos como el vulcanismo, la tectónica y la erosión, han originado el relieve dominante como los lomeríos de tobas y cerros volcánicos. Éstos se localizan en la parte central norte-sur del área de interés con altitudes de 2 550 a 2 750 msnm, constituidas por rocas como las tobas y brechas volcánicas básicas, con pendientes moderadas que varían entre 15 y 30 por ciento.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO

Áreas con potencial para el desarrollo sustentable

Como resultado de la evaluación de la capacidad de uso de los elementos ambientales en el municipio de Tlaxco presentamos a continuación tres zonas con potencial para el desarrollo sustentable (véase figura 2):

- Z-1 Zona silvícola-turística
- Z-2 Zona agrícola-pecuaria
- Z-3 Zona minera



Figura 2. Municipio de Tlaxco, Zonas con potencial para el desarrollo sustentable.

Zona silvícola-turística

Se localiza en la zona norte y este del municipio, en los poblados de Tlaxco, Acopinalco del Peñón y El Rosario. Se caracteriza por tener una vegetación exuberante de pino, encino y oyamel y grandes atractivos turísticos como la flora y la fauna, por lo que consideramos que esta zona es viable para el desarrollo sustentable (véase figura 3).



Figura 3. Potencial silvícola-turístico.

POTENCIALIDAD DE LA VEGETACIÓN

En el cuadro 1 se observa que en el área existe un gran potencial de la vegetación, ya que más del 50% de la superficie del municipio tiene capacidad de uso forestal. Por otro lado, en la parte norte del municipio se localiza un bosque de coníferas y pinos, un bosque de izotes y matorral espinoso (véase cuadro 2) y el Río Zahaupan, así como cerros y volcanes que, como atractivos naturales, pueden ser considerados elementos ecoturísticos para la recreación y el esparcimiento.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Para el 2005 se tenía una Población Económicamente Activa (PEA) de 13 825 habitantes que equivale al 38.93% de la población total. Parte de esta población tiene en promedio entre 20 y 21 años, lo cual es considerado como potencial para que se genere el crecimiento económico sustentable.

Cuadro 1. Potencialidad de la vegetación

Clase	Capacidad de uso	Superficie	Porcentaje
I	Sin limitantes	246.336	43%
II	Limitantes ligeras	126.032	22%
III	Limitantes moderadas	108.846	19%
IV	Limitantes severas	91.660	16%
Total		572.875	100%

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación con información de gabinete, de campo y datos proporcionados por el Gobierno del estado de Tlaxcala (2003). Potencialidad turística.

Cuadro 2. Zonas turísticas

Potencial turístico	Medida	Actividad turística
Bosque, matorrales y pastizales	206.623 km ² superficie	Ecoturismo
Río Zahuapan	25 km de longitud	Ecoturismo
Agricultura	372.368 km ² superficie	Turismo agrícola
Haciendas, iglesias	53 haciendas 18 iglesias	Turismo de haciendas e iglesias

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación, con información de gabinete y campo.

Zona agrícola-pecuaria

Se ubica en parte central y sur del municipio, se dedica a la agricultura temporal, de riego y a la ganadería vacuna, bovina, caprina así como a la crianza de toros de lidia (véase figura 4).



Figura 4. Potencial agrícola-pecuario.

POTENCIALIDAD PARA EL USO AGRÍCOLA

Como se observa en el cuadro 3, más de 60% de la superficie del municipio puede dedicarse a la agricultura, tanto de temporal como de riego con algunas limitantes.

POTENCIALIDAD DE USO PECUARIO

Una vez aplicado el árbol de decisiones, resultó que más de 50% de la superficie del municipio tiene potencial para la actividad pecuaria (véase cuadro 4). Como complemento a la potencialidad agrícola y pecuaria se tiene una potencialidad del agua.

POTENCIALIDAD DE AGUA

De acuerdo a la calidad del agua del río Zahuapan, ésta puede utilizarse para la agricultura y la ganadería, y en la industria con un tratamiento primario. En cambio el agua subterránea es de mejor calidad, puede ser usada en las mismas actividades sin necesidad de un tratamiento (véase cuadro 5).

Cuadro 3. Uso potencial agrícola

Clase de potencialidad	Uso potencial del suelo	Superficie	Porcentaje
I	Sin limitantes para la agricultura	40.094	7%
II	Con limitantes ligeras para la agricultura	143.196	25%
III	Con limitantes moderadas para la agricultura	171.862	30%
IV	Con limitantes severas para la agricultura	57.287	10%
V	Con limitantes muy severas para la agricultura	85.817	15%

Continúa...

VI	Con limitantes muy severas para la agricultura	34.472	6%
VII	Se debe dedicar a la vida silvestre	28.690	5%
VIII	Se debe dedicar a la vida silvestre con algunas limitantes	11.457	2%
Total		572.875	100%

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación, con información de gabinete y campo (INEGI, 2009).

Cuadro 4. Potencialidad para el uso pecuario

Clase	Uso potencial del suelo	Superficie	Porcentaje
1	Sin limitante para el pastoreo	326.538	57%
2	Se requiere de algunas técnicas para el pastoreo	68.745	12%
3	Es necesario usar alta tecnología para el aspecto pecuario	63.016	11%
4	Las limitantes para el aspecto pecuario son severas	114.576	20%
Total		572.875	100%

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación, con información de gabinete y de campo (INEGI, 2009).

Zona minera

Se localiza en la parte norte, centro y este del municipio de Tlaxco, dicha zona está constituida de grandes masas de material pétreo de diferente composición que pueden ser explotadas como banco de material para la industria de la construcción (véase figura 5).

POTENCIAL MINERO

En el cuadro 6 se observan los tipos de material que pueden usarse en la industria de la construcción.

La aplicación de técnicas de conservación de suelos como las terrazas, curvas a nivel y franjas en contorno, una planta de tratamiento de aguas residuales y el depósito de los residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio de Tetla, contribuyen al desarrollo sustentable del municipio.

Por otro lado, consideramos que los siguientes elementos sociales y económicos también contribuyen a un desarrollo sustentable.

Cuadro 5. Calidad del agua

Calidad del agua	Valor del ICA	Usos
Río Zahuapan	72.54	En recreación y con tratamiento en el abastecimiento público
Presas	35.41 Contaminadas	Tratamiento y potabilización, para el abastecimiento público
Acuífero alto Atoyac	89.75 Buena calidad	Disponibilidad 38 616.391 millones de metros cúbicos buena calidad para el abastecimiento público

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación, con información de gabinete, campo y CNA (2008).



Figura 5. Potencial mineral.

POBLACIÓN GENERAL Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)

Actualmente el municipio tiene 36 506 habitantes, de éstos 17 762 son varones (48.65%) y 18 744 (51.34%), mujeres. La edad media varía entre 20 y 21

años, lo que indica que una gran parte de los pobladores está en edad productiva y por lo tanto, en el municipio hay potencial para generar el desarrollo sustentable.

Cuadro 6. Material pétreo

Material	Superficie	Porcentaje	Usos
Andesita	183.320	32%	Cimentación, bardas
Basalto	114.577	20%	Cimentación, bardas, fachadas
Toba	257.794	45%	Cimentación bardas, construcción de carreteras y vías férreas
Brecha volcánica básica	17.184	3%	Elaboración de concreto. Cimentación bardas, construcción de carreteras y vías férreas
Total	572.875	100%	

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación con información de gabinete y campo.

Por su parte, para el 2005 había una Población Económicamente Activa (PEA) de 13 825 habitantes, que equivale 38.93% de la población total, parte de esta población es la que tiene en promedio entre 20 y 21 años (INEGI, 1983-2001), con lo que esto implica en cuestión de desarrollo.

EDUCACIÓN

En el aspecto educativo también se tiene un virtual desarrollo sustentable, ya que en el 2005 el municipio de Tlaxco tenía 581 maestros y 145 escuelas; por su parte, 31 429 personas saben leer y escribir, 9 762 tienen secundaria y 871 bachillerato.

SALUD

De acuerdo con los datos estadísticos de INEGI (2006) en el 2005 se disponía de un buen número de médicos, hospitales y unidades médicas (véase cuadro 8), apoyos fundamentales para que haya desarrollo sustentable.

Cuadro 7. Potencial de salud

Concepto	2005
Número de médicos	53
Hospitales de segundo nivel	1
Unidades médicas IMSS	1
Centros de salud	14

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación, con información del Anuario Estadístico de Tlaxcala (INEGI, 2006).

CONCLUSIONES

1. Las actividades productivas como la silvícola, agrícola, ganadera industrial y turística tienen gran potencial para el desarrollo sustentable del municipio de Tlaxco
2. Existen en el área de estudio otros elementos socioeconómicos como la población, PEA, educación y salud que también pueden contribuir al desarrollo sustentable del municipio.
3. Las técnicas de conservación de suelos como las terrazas, curvas a nivel y franjas en contorno, así como la planta de tratamiento de aguas residuales y un adecuado manejo de los residuos sólidos, son aspectos que también ayudan al desarrollo sustentable.

FUENTES CONSULTADAS

- Alvarado C. M. (2009). *Cambio de uso del suelo y las transformaciones territoriales "Municipio de Tlaxco, estado de Tlaxcala"*, Proyecto de Investigación SIP-IPN 20090055, México, Instituto Politécnico Nacional.
- CNA (2006). Datos estadísticos sobre la calidad del agua del Río Zahuapan, 1998-2006, Tlaxcala, Tlaxcala.
- CNA (2008). *Programa Estatal Hidráulico 2000-2020*. Comisión Nacional del Agua, Gerencia, Tlaxcala, Tlaxcala.
- Conafora (2003). *Estudio básico de vegetación y uso del suelo del estado de Tlaxcala*, México.
- Conagua (2007). *Estadísticas del agua en México*, SEMARNAT, México.
- Fonzedes (2003). *Zonas especiales de desarrollo sustentable*, Venezuela.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala (2003). *Programa estratégico forestal para Tlaxcala 2025*, Coordi-

nación General de Ecología y Conafor, Semarnat, Tlaxcala.

- Gobierno del Estado de Tlaxcala (2002). *Ordenamiento ecológico del estado de Tlaxcala*, Tlaxcala.
- Gobierno del Municipio de Tlaxco (2008). *Plan de Desarrollo Municipal de Tlaxco 2008-2011*, Tlaxcala.
- INEGI (2006). *Anuario Estadístico del estado de Tlaxcala*, Tlaxcala.
- INEGI (2009). *Guía para la interpretación de cartografía, uso potencial del suelo* (pp. 7-12), Aguascalientes.
- López, L. V. (2006). *Sustentabilidad y desarrollo sustentable*, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Mora, O. A. et ál. (2005). *Estrategia para el desarrollo del potencial ecoturístico*, Brasil.
- Ordaz, Z. V. (2006). *Análisis y crítica para la realización de planes regionales en el estado de Guanajuato*, Guanajuato.
- Romero, V. (1999). *El desarrollo sostenible de la agricultura, el potencial de la era digital*, Brasil.

Cartografía, fotografías aéreas y espacio mapas

- INEGI (1982,1995). *Fotografías aéreas escala 1:70 000*, Aguascalientes.
- INEGI (1996). *Espacio mapa escala 1:150 000*, Aguascalientes.
- INEGI (1982-2007). *Cartas topográficas escala 1:50 000*, Aguascalientes.
- INEGI (1973, 1995). *Fotografías aéreas escala 1:50 000*, Aguascalientes.
- INEGI (1983-2001). *Cartas geológicas, E 14B22, E 14B23 y E 14B24*, escala 1:50 000, Aguascalientes.
- SPP (1981). *Carta fisiográfica*, México. Escala 1:1000 000. Aguascalientes.

El gran desafío, mantener en niveles sustentables el agua ante la complejidad de la conurbación, el caso de San Martín Texmelucan, Puebla

9

Delia Patricia López Araiza Hernández

INTRODUCCIÓN

Partiendo de los principios de la teoría de los sistemas, la del caos que cuando se ven interferidos por alguna acción fuera de ellos denominada *ruido*, que al intervenir forman lo que se conoce gracias al científico Broit Mendelbrot, como fractales. A partir de aquí se analiza el crecimiento del sistema abierto llamado *ciudad*, el del agua y del suelo, ya que cada día vamos teniendo mayores superficies destinadas para las ciudades, actualmente 76.8 por ciento, de acuerdo con el censo 2010. Esta expansión va conformando la unión de dos o más asentamientos humanos, llamada por la ley general de asentamientos humanos como *conurbación*. Estas zonas en las que originalmente se sembraba o había bosques se va alterando con construcciones, y con las vías de comunicación que se requieren para unir una población con otra, se cubre la superficie antes filtrante con una capa impermeable, que afecta a los dos últimos sistemas que mencionamos anteriormente, al verse disminuido el nivel de agua por la pavimentación se ven también alterados los sistemas originales ya que se forma un sistema en la parte inferior y el conocido ciclo del agua tiene ahora un menor abastecimiento en la parte superior de la capa que lo altera. Por ello se sugiere motivar a la población a dejar y mantener

áreas libres en las zonas urbanas, evitar que se manden las aguas freáticas que se extraen en las grandes construcciones al drenaje mediante el pago de servicios urbanos ambientales o apoyos fiscales por contribuir al mantenimiento de los mantos freáticos y la sanidad del ciclo del agua.

A partir de 1971 la comunidad científica giró la vista hacia las proyecciones y predicciones de lo que sucedería con el planeta de seguir con la actitud de indiferencia hacia los recursos naturales que se tenía hasta entonces. Uno de los puntos que hicieron evidente esta situación fue el crecimiento poblacional, que en 1950 era de 4 000 millones de habitantes y se calculaba que para el año 2000 sería de 6 000 millones; la proporción de crecimiento mundial es de 1.4 (14 por mil) (Nu-Pu, 2009). Este análisis disparó la alarma de los líderes de gobierno y los científicos porque esto traería como consecuencia que los alimentos procedentes de los recursos naturales, probablemente no alcanzarían para esta enorme población lo que acabaría además con la biodiversidad. Se habló también de los cambios que se presentan en el clima mundial y algunos científicos empezaron a hablar del desgaste de la capa de ozono.

El concepto contemporáneo de *sustentabilidad* surge en agosto de 1970, cuando el Club de Roma invitó a un grupo de investigadores en informática del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés), que en ese momento trabajaban sobre la teoría de *dinámica de sistemas* de Jay W. Forrester (1969), quién con sus investigaciones trataba de comprender mejor las estructuras sociales, y bajo estos principios teóricos realizó un estudio sobre las tendencias e interacciones de un número limitado de factores, entre otros los recursos naturales no renovables como suelo y agua (Meadows, 1974), cuya contaminación y escasez se convertirían en una amenaza a la sociedad global.

En 1972 se llegó a la conclusión de que para no tener un planeta devastado en el mediano plazo, la población debería tener una tasa de crecimiento cero, con lo que empezó el debate sobre el *crecimiento cero*, debido a la publicación de dos obras significativas: el informe del Club de Roma, denominado *Los límites al crecimiento y la Carta Mansholt*, que Sicco Leendert Mansholt envió, con fecha 9 de febrero de 1971 (Celecía, 1998), al entonces presidente de la Comunidad Europea.

Después de varios trabajos preparatorios sobre *dinámica industrial* (1961) y *urbana* (1969), Forrester publicó el modelo *World-2*, con el que se simulaba la *dinámica mundial*. Éste se utilizó para definir y prever la realidad mundial (Del Arnal, 1994). Siguió con esta misma metodología el equipo de Dennis L. Meadows, quien preparó un nuevo modelo, el *World-3 en el que se muestran* las tendencias que llevaba el mundo hacia un inevitablemente colapso que debería producirse antes de un siglo, provocado principalmente por el agotamiento de los recursos naturales.

Ante los presagios hechos con esos estudios la ONU instituyó el programa de trabajo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para la primera década del siglo XXI, en el que se establecen las acciones estratégicas de lo que se denominó *Agenda XXI*, la cual se enfoca en llevar a las naciones al desarrollo sostenible, mediante el

análisis, revisión y desarrollo de políticas y legislaciones ambientales. Dentro de este contexto se desarrollaron nuevos instrumentos y se fortalecieron los ya existentes, así como los marcos institucionales respectivos, el mejoramiento de la coordinación y el intercambio de información sobre políticas ambientales dentro y fuera de cada una de las naciones, pertenecientes o no a la Organización de las Naciones Unidas (ONU-Unhabitat, 2003).

Por esto —en 1987, cuando se publicó el Informe Brundtland, en el que se comunicaba a todos los países miembros de la ONU del verdadero estado en que se encontraban los cuatro puntos antes mencionados: la sobrepoblación, la pérdida de biodiversidad, el desgaste de la capa de ozono y el cambio climático— se convocó a las naciones a implementar las medidas necesarias para detenerlos.

Otros acuerdos a los que se llegaron en torno a la protección para el ambiente fue el Protocolo de Montreal, suscrito en 1987 contra las emisiones de gases que destruyen la capa de ozono, como los cloro floro carbonos (CFC) y ratificado el 16 de septiembre de 2009 por más de 196 países (PNUMA, 2009), de no haberse tomado las medidas necesarias desde entonces, se habrían multiplicado al año hasta diez veces el desgaste provocado y para el año 2050, se hubiese ocasionado daños a la vida silvestre y en la producción de alimentos agrícolas.

En 1997 los jefes de Estado de los países industrializados, reunidos en la ciudad de Kioto, se comprometieron a disminuir las emisiones de gases que producían el efecto invernadero en 5% global, México ratificó el acuerdo junto con los demás países y en el 2005 entro en vigor, una vez que Rusia también se sumó a cumplir con este propósito en bien de las generaciones futuras.

Firmado en el 2000, el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, entró en vigor hasta 2003. En este acuerdo internacional se regula el movimiento de transgénicos y especies entre países, con lo que se reconoce la importancia del intercambio de la

ingeniería genética, la cual si no es regulada puede llegar a causar daños en la salud y el medio ambiente (Álvarez, 2006).

Es importante hacer referencia a estos documentos porque México se ha sumado en la disminución de estas emisiones, así como al cuidado del medio ambiente para evitar el calentamiento global, concedor del cuidado que debe tener con la diversidad biológica con que cuenta y los transgénicos que se han producido a través de éstas, por ello se tienen leyes y reglamentos a nivel nacional y estatal para contribuir a los compromisos adquiridos por el país al firmar estos protocolos y participar en las diferentes reuniones internacionales, como la de hábitat sobre los asentamientos humanos, las de medio ambiente y las de población, a nivel municipal se cuenta con una dependencia encargada de los temas ambientales.

El concepto de *sustentabilidad* se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental. La Asamblea General de la ONU aprobó la creación de un programa internacional para salvaguardar el entorno, y la creación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo para apoyar el PNUMA, la cual quedó establecida en 1983 y fue presidida por la doctora Grow Harlem Brundtland, a quien se le solicitó que realizara lo propio por parte de la ONU, lo que aquí se buscaba era lograr la sustentabilidad, en las tres dimensiones a las que se refiere este concepto: social, ambiental y económica (CNUMAD, 1992), que deben ser soportables, equitativas y viables para comprender que el medio ambiente es un elemento fundamental para el desarrollo humano.

La visión del deterioro del medio ambiente ha transitado hacia una definición que la vincula con la calidad de vida del ser humano, como son los procesos socioeconómicos, políticos, técnicos, productivos, institucionales y culturales que están relacionados con la satisfacción de las necesidades humanas (ONU-Hábitat, 2003). Desde que se definió la sustentabilidad, en 1987, este concepto ha evolucionado,

sin embargo, la esencia se mantiene y se refiere a una alianza entre el hombre, —junto con todas sus actividades— y la naturaleza, a tal grado que la política hoy en día tiene que ver con la sustentabilidad, la cual ha ocasionado una nueva forma de pensar, ya que entre algunas comunidades se considera un sola entidad, a la cultura y al medioambiente.

Se debe evitar que durante su desarrollo el hombre sobrepase los límites de regeneración del sitio donde habita, así se elude la destrucción de la diversidad, complejidad y funcionamiento de los sistemas ecológicos que soportan la vida (Leff, 2002). La idea es tener una vida segura, sana y productiva acorde con la naturaleza, se debe buscar una alternativa que coadyuve al enriquecimiento del ser humano y la vida de los ecosistemas para aumentar la prosperidad de todos, al incrementar las oportunidades y tener acceso a los recursos que lleven a la igualdad entre individuos y naciones (López, 2006).

De entonces a la fecha mucho se ha escrito sobre desarrollo sustentable y se considera como uno de los más grandes desafíos de la humanidad. Lo que en este caso interesa es lo que se ha escrito sobre éste y la ciudad, sobretodo en esta época, en la que se cuenta con una población cada vez más urbana, la cual ocupa el suelo natural rural que contribuía a preservar el ciclo del agua. Estos cambios en la forma de producción llevan a obtener las materias primas de lugares cada vez más alejados y aun cuando se debe apoyar al desarrollo económico para incrementar la riqueza que conduce a una mejor calidad de vida, no debe perderse la visión integral del desarrollo sostenible que debe verse materializada también en la cultura y en las condiciones sociales e institucionales.

Por ejemplo, el suelo es un bien inamovible, finito y heterogéneo; algunos lugares tienen mejor ubicación que otros y con las actividades que ahí se desarrollan se pueden obtener ganancias (Graizbord, 1999). Este es uno de los elementos que contribuyen a darle forma a las ciudades. El tipo de edificación que se debe permitir en cada zona se denomina uso

del suelo y se plantea en función de las necesidades y actividades de la población que vive y se desenvuelve en un determinado espacio (Zárate, 1984).

Las primeras definiciones para la planificación de los usos, que tendrían determinadas porciones de la ciudad, fueron dadas desde 1928, en que los arquitectos, ingenieros y planificadores se reunían en los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM), sobre todo el afamado arquitecto Charles Edouard Janneret-Gis mejor conocido como *Le Corbusier*, al presentar su propuesta de plan maestro para una ciudad de 500 000 habitantes y dividirla en los diferentes usos del suelo según las principales actividades que desarrollaba la población, las cuales son: vivir, trabajar, circular, mantener el cuerpo y el espíritu (Zevi, 1990).

Las clasificaciones recientes dan usos: comercial, industrial, residencial, público y de servicios, pero estos serían los que se pueden considerar como genéricos, ya que de acuerdo con la cultura y avances urbanísticos con que cuente cada ciudad se realiza la subclasificación de los usos. Para entender un poco más a los usos del suelo se debe comprender que éstos también sufren de movilidad y dependen de la densidad de ocupación, de la que se habla más adelante (Zárate, 1984). Este es uno de los elementos más dinámicos y cambiantes dentro de la morfología urbana debido a las continuas transformaciones que sufren las actividades establecidas, y la sustitución de unas por otras, a consecuencia de las constantes presiones sociales, económicas, políticas y culturales que evolucionan a través del tiempo (Labasse, 1973).

Por eso es difícil determinar la capacidad de un uso del suelo específico, porque de acuerdo con el crecimiento de cada ciudad se define la capacidad de carga de los usos del suelo y a su vez la infraestructura existente que estos requieren. El concepto *capacidad de carga urbana* o *uso del suelo* tiene su origen en la biología, se le relaciona con “el máximo tamaño de una especie que puede ser soportado por un ambiente dado en forma indefinida, sin dañar permanentemente el ecosistema” (Etcharran,

2007: 20). En el desarrollo urbano y regional se refiere a la tasa máxima de consumo de recursos y las características del medio, así como la capacidad de las infraestructuras existentes, la salida de descarga de residuos que se puede sostener sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas principales, del entorno socioeconómico y cultural.

Se puede crecer en ciertos lugares pero no en cualquiera ni en zonas cuya capacidad esté en los límites. Un ejemplo es lo que sucede en la Ciudad de México, con la redensificación de las colonias que tenían viejas casonas en predios de grandes dimensiones: zonas con baja densidad de población, al transformarse en edificios multifamiliares, se convirtieron en zonas con poblaciones de cinco a ocho veces mayor, lo que ha generado desabasto de agua y sobrecarga del drenaje así como de los servicios de electrificación y recolección de basura. Antes de haberse autorizado estas nuevas construcciones debió realizarse un estudio de la capacidad de carga por zona para que los habitantes no vieran mermada su calidad de vida (Bolaños, 2002). Los vecinos de estas nuevas edificaciones podían haber vivido ya en edificios de 20 departamentos, pero que del bloque era el único, después de la aprobación del Bando 2 en el año 2000 en el Distrito Federal, se vieron rodeados de edificaciones de igual o mayor altura pero con el doble o más de viviendas.

En el desarrollo regional, dentro del cual se considera a las zonas que conforman conurbaciones, se analizan los aspectos del desarrollo sustentable. En el caso del espacio a analizar se tiene que los gobiernos estatales a los que les compete cuentan con dependencias para cumplir con los principios del desarrollo sustentable, porque se debe tener un medio ambiente, económico y social autosostenible. Para alcanzar a tener las vertientes social y económica equitativas, así como un medio ambiente viable con el desarrollo económico se debe tender a adquirir estas condiciones y evitar la impermeabilización acelerada sobre el suelo natural, lo cual termina con la filtración del agua al subsuelo. El primero de estos tiene que ver con el desarrollo económico de las localidades y el

segundo con la manutención del sector social y económico de la sustentabilidad al preservar uno de los principales elementos del medio ambiente.

Este ciclo a su vez se ve alterado cuando las superficies naturales de la tierra son cubiertas con material que no permite la filtración del agua, razón por la cual se produce un calor por encima de las temperaturas normales del lugar, aunado a la movilidad de autos y personas. Esto hace difícil la evaporación de la humedad del espacio urbanizado, que además va acompañada de sustancias poco naturales que producen la llamada *lluvia ácida*. La poca agua que logra llegar nuevamente al subsuelo contamina el agua subterránea, que no cuenta con una fácil gestión, por la velocidad con la que es explotada, por lo que es necesario tener un conocimiento profundo y detallado de la hidrogeología de la región que se analiza, para saber qué medidas se pueden llegar a implementar, y romper con ese círculo nocivo para los mantos freáticos (Carreras y Marín, 1990).

Se sabe que para 1940 la carretera panamericana tenía 62% correspondiente al tramo de la carretera, América Central asfaltado y 87% en América del sur, aunque existían tramos en reparación por el paso en zonas de selva, haciéndolas difíciles de transitar dado el alto costo de su mantenimiento (Clavijero, 2006). A pesar de ello, en la actualidad muchos países latinoamericanos cuentan con sistemas de carreteras más o menos aceptables, en donde destaca México como uno de los países que cuentan con mayor cantidad de kilómetros en carreteras asfaltadas y mejoradas.

Hemos visto que tanto el automóvil como el sistema vial son los principales detonadores para la expansión regional, que a su paso transforman el paisaje natural con los movimientos generados por éstos, dentro de las calles y carreteras se produce calor y emisiones de gases nocivos para la salud lo que altera los ecosistemas humanos.

En el invierno de 1952 el aumento en el uso de vehículos automotores, aunado al creciente número de calentadores de ambiente —que utilizaban car-

bón—, provocaron una alta concentración de contaminantes a la atmósfera, lo que causó la muerte de 4 000 personas en pocos días en Inglaterra (Sherman, 1987). Esta fue la primera vez en que se relacionó los efectos de la alta concentración de contaminación atmosférica con la salud, a este fenómeno atmosférico se le denominó por primera vez *smog*, término compuesto de las palabras inglesas *smoke* ‘humo’ y *fog* ‘niebla’.

En esta época la industria tiene un desarrollo inimaginable, la población aumenta, la expansión urbana crece exponencialmente y se cubre cada vez más el suelo con materiales impermeables, el uso del automóvil se incrementa, así como la invasión de tierras rurales o en estado natural en la periferia de las ciudades, alejadas de las zonas de servicios y empleo, entre otras cosas, ha provocado un deterioro considerable en las condiciones ambientales en las primeras décadas del siglo xx.

Esta comisión se abocó al análisis y documentación de la vinculación del desarrollo y el medio ambiente. Se concluyó que ambos procesos podrían ser armonizados en un solo concepto: *desarrollo sustentable*. En 1980 se informó de las conclusiones de la Comisión Brundtland: el fracaso de los esfuerzos por reducir la pobreza y la degradación ambiental en los países subdesarrollados, situación que debía ser comunicada a todos los países miembros de la ONU (UNESCO, 1982). Este resultado fue presentado en el informe denominado *Nuestro futuro común*, el cual se comunicó a la Asamblea General y esto dio lugar a la primera conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, que se realizó en Río de Janeiro en 1992.

AFECTACIONES A LOS MANTOS FREÁTICOS EN ZONAS CONURBADAS

La densidad de población ha ido en aumento en parte como resultado del crecimiento natural de la población y en parte por la movilidad de sus habitantes dentro de la región. Se inicia el estudio de la conurbación a través de las localidades de ambos municipios, que están expandiéndose una hacia a la

otra y conforman lo que se denomina *continuidad*, en el país se han conformado 55 zonas metropolitanas. La mayor de ellas es la megalópolis de la Ciudad de México, la cual cuenta con una población de 32 440 000 habitantes y una densidad de 3 762 habs./ha (INEGI, 2005), lo que significa que cada día se cuenta con menos espacios libres en la región centro del país, aunado a la demanda de infraestructuras que cada día es mayor, sobre todo la del agua, que es la que se ocupa en este estudio. Según la Conagua los pozos de extracción de agua subterránea son en igual cantidad legales, que ilegales pero estos últimos son sobreexplotados y contribuyen a la disminución del nivel freático.

Si aunado a ello delimitamos las zonas pavimentadas, considerando que es el sector de comunicaciones y transportes como la clave para la competitividad, el desarrollo social y económico de las entidades, porque mueve a las personas y los bienes, además contribuye a disminuir los tiempos de traslado y los costos de producción, hace que crezcan los sectores productivos a nivel nacional e internacional, lo que beneficia a la población y mejora su nivel de vida.

Gracias al sector de comunicaciones y transportes la economía mexicana se encuentra entre las 15 mayores de América con un Producto Interno Bruto (PIB) de 676 000 millones de dólares en el año 2004. Tiene una participación del sector de comunicaciones y transportes de 11.20% a nivel nacional (Promexico, 2008) por su parte el estado de Tlaxcala junto con el gobierno federal busca aprovechar su situación geográfica para establecer un punto de conectividad entre los estados del norte y del sur, mediante el sistema carretero Golfo Centro (Gobierno de Tlaxcala, 2005).

Ante la demanda de más y mejores carreteras con el fin de obtener mayores oportunidades para aumentar la inversión y generar empleos que favorezcan al desarrollo integral del territorio es importante resaltar la necesidad de desarrollar un sistema integral de transporte de calidad que cumpla con las normas y leyes en la materia, para contribuir a la integración entre regiones y mejorar la competitivi-

dad y cobertura de los servicios públicos, como es el caso de las infraestructuras carreteras.

El gobierno de la República planteó, como ya se mencionó un proyecto de desarrollo basado en 5 regiones, con lo que se busca el equilibrio socioeconómico del país, cruzados por cinco ejes carreteros, tanto en el estado de Puebla como por el de Tlaxcala, cruzan 25 Km de carretera troncal de 4 carriles, y son articuladores de la región Centro País con la región Sur-sureste, lo que representa una oportunidad para elevar los índices de competitividad a nivel nacional e internacional (Colegio Mexiquense, 2003).

LA AUTOORGANIZACIÓN EN LA SUSTENTABILIDAD DEL AGUA

Los sistemas son un todo organizado y complejo, un conjunto de partes que forman una totalidad heterogénea; las divisiones interactúan y forman un todo cuando no hay límites o fronteras entre el sistema y su ambiente. Según Bertalanffy (1976) un sistema es un conjunto de unidades que se interrelacionan de adentro hacia afuera y viceversa.

La envoltura imaginaria que encierra un sistema, en el desarrollo urbano correspondería a los límites municipales o las zonificaciones de planificación en donde se marcan los usos del suelo, por lo que en este trabajo se habla de ellos. En los sistemas lo que los separa de su entorno se llama *frontera del sistema*, y puede pensarse que tienen propiedades especiales que les sirven para: a) aislar el sistema de su entorno, o b) permitir la interacción de un modo específico entre el sistema y su ambiente. Espacialmente podrían ser las vialidades, carreteras, vías férreas, gasoductos, entre otros. En el caso de los sistemas urbanos, se les denomina *bordos*. En la sección del marco teórico se mencionó que Abbott y Vanness (1991) estudiaron las características de estas fronteras o paredes que permiten o no el paso tanto de energía como de materia, según sea el tipo de sistema del que se habla.

Todos los sistemas tienen uno o más elementos que se relacionan entre sí para definir una distri-

bución que trata siempre de alcanzar un orden. La totalidad es un cambio entre las unidades del sistema, que probablemente producirá cambios en las otras, el efecto total se presenta como un ajuste a todo el sistema. De la relación causa-efecto de estos cambios y ajustes se derivan dos fenómenos: la *entropía*, que es la tendencia de los sistemas a desgastarse o desintegrarse para el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad; y la *homeostasis*, que es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema (Berrull, 2006).

La organización que tiene la región se puede entender como un sistema total, a partir de considerarlo abierto, semejante a lo que se mencionó anteriormente. Sin embargo, ahora hace referencia a sistemas cerrados —que son aquellos cuyo comportamiento es determinístico y operan con muy pequeños intercambios de materia con el ambiente por las barreras físicas impermeables con que están divididos—, ya que se aplica el término a los sistemas que se encuentran completamente estructurados y en los que sus elementos y relaciones se combinan de una manera peculiar y rígida, lo que más afecta es la rigidez de los materiales que se emplean al edificar este tipo de paredes (Berrull, 2006).

Cuando se tienen sistemas cerrados de paredes impermeables cada uno de los sistemas que lo conforman no interactúan con su ambiente circundante. Esto es lo que sucede entre el subsuelo y las áreas pavimentadas: vialidades que se van impermeabilizando con materiales que no permiten la trasmisión del agua de lluvia al subsuelo, y a su vez de aquí a la evaporación, con lo que se ve alterado el ciclo natural del agua.

Esto significa que conforme crece la población se requiere de mayor superficie para vivienda en ambos municipios. Como se puede ver, el uso del suelo provoca que se pavimenten mayores extensiones; las fuentes de trabajo son de vital importancia para el desarrollo de una región, entre estas actividades la que mas áreas cubre es la industrial.

Las interacciones de estos usos del suelo, más el incremento de población que se ha dado, aunado a la cantidad de transporte público y particular que transita por la ciudad, generan una alta cantidad de energía, que intercambia con su entorno próximo como cualquier otro sistema abierto.

Para comprender a los sistemas complejos se puede decir que son el conjunto de elementos que conforman una estructura con por lo menos alguna función común y las partes que los constituyen son diferentes entre sí, como sucede con la ciudad, donde la interacción entre las partes es lo esencial. La teoría del caos y la termodinámica de los sistemas abiertos, de los que se ha hablado anteriormente, llevan al concepto de *autoorganización*, que se refiere a la generación de estructuras dinámicas; es decir, de nuevos estados de orden. Este tipo de sistemas actúan como un todo y cada pequeña parte tiene que estar compuesta del todo general porque mantiene una relación con el exterior como los sistemas abiertos y por lo regular éstos se mantienen lejos del equilibrio.

En este orden de ideas, se sabe que las ciudades son un sistema y las partes que lo conforman interactúan, como se ha dicho, por ello no se puede hablar de manera separada de las vialidades, construcciones, vehículos, etcétera. Los elementos relacionados con el ciclo del agua son sumamente importantes en cada uno de los elementos y si no intervienen las áreas pavimentadas con materiales impermeables en las concentraciones humanas se trata de un sistema abierto, en donde se tienen interacciones de todos los subsistemas que lo conforman. Una vez que aparecen los asentamientos humanos y se consolidan, construyen vialidades que en una primera instancia permiten continuar con el ciclo del agua de manera natural porque se deja la tierra natural únicamente apisonada. Sin embargo, al evolucionar aumenta el paso de vehículos y personas, lo que provoca vados, encharcamientos y algunas veces accidentes, por ello se hace necesario pavimentar con materiales permeables que dividen este sistema abierto, que sería el superior al nivel de vialidad y se crea otro sistema cerrado que sería el subterráneo.

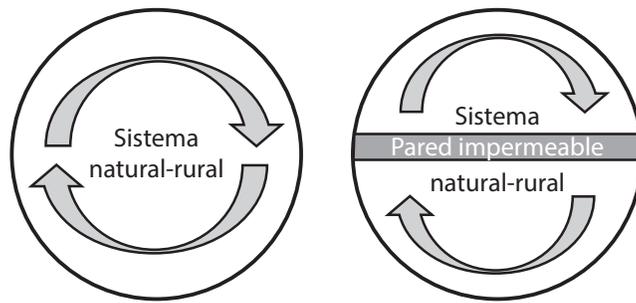


Figura 1. Sistema abierto.
Fuente: elaboración propia, 2009.

Para comprender lo anterior se debe recordar lo que se mencionó cuando se habló de termodinámica, se tienen varios tipos de sistemas, los sistemas abiertos intercambian materia y energía con su entorno como los sistemas naturales, en donde se lleva a cabo el ciclo del agua completo, como se puede ver en la figura 1. Se debe poner atención al primer esquema donde se muestra el sistema abierto formado por el suelo natural-rural, con el ciclo de agua integrado.

Cuando se dan los asentamientos humanos sobre este sistema natural-rural (abierto) y se construyen edificaciones y vialidades. Éstas se convierten en el ruido que produce el caos en el sistema, es decir, cuando interviene este elemento extraño se altera la organización interna del sistema. Esta capa impermeable de concreto o asfalto es necesaria para la vida de las ciudades, para tener una mejor movi-

lidad dentro de ésta y sus alrededores, sobretodo, en centros de población en desarrollo. Dentro de la región de estudio las áreas pavimentadas

Con estos datos se puede observar que el sistema natural-rural ha recibido el impacto de un ente ajeno, el cual como ya se mencionó es la pavimentación, y que en física se denomina *ruido*. Este ruido se convierte en una alteración llamada *turbulencia*, que lleva el sistema al caos, como se muestra en la siguiente.

Se observan separados el sistema natural-rural y del subsuelo por la pavimentación a la que se denomina *pared impermeable* que ya no puede evaporar y transpirar el agua de las escorrentías hacia el medio ambiente que se encuentra obstruido por este nuevo elemento.

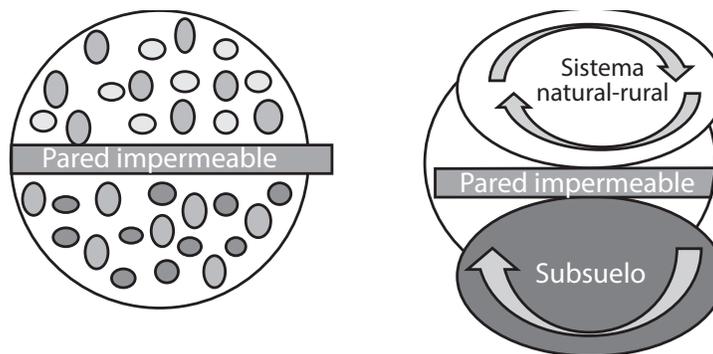


Figura 2. Sistemas natural-rural y del subsuelo en caos en la conformación de la ciudad.
Fuente: elaboración propia.



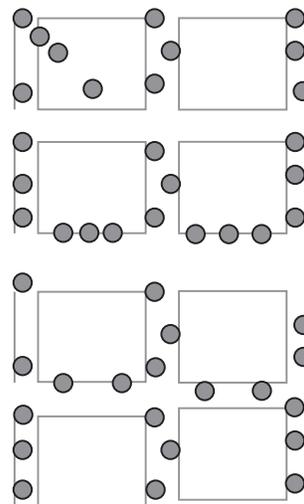
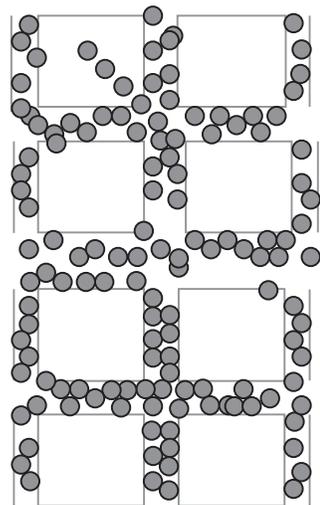
Se dice en termodinámica que un sistema con alta entropía está sumamente desordenado. Un ejemplo macroscópico es el de la figura 3, en la que se esquematiza un conjunto de vialidades de cualquier ciudad; los puntos oscuros representan a los vehículos que circulan por ella, con una alta entropía. Al intervenir la autoorganización se tiene lo que se puede ver en el segundo esquema, en el que se da un nuevo orden, utilizando este ejemplo del tránsito superficial, por ser más sencillo para comprender lo que sucede en el subsuelo a nivel micro con la capilaridad del suelo, cuando éste se cubre con materiales que no permiten filtrar el agua a la tierra. Esta es una parte muy importante para la vida del sistema natural-rural y para el ciclo del agua.

Una vez que se tiene esta nueva organización en el sistema natural-rural se analizó la situación resultante en que se encuentra el subsuelo, la composición física del suelo hidratado, ya que es aquí donde se encuentra una parte del ciclo del agua y es fundamental para que se realice y esté completo. Es importante preservar este ciclo tanto en el campo

como en la ciudad, de otra manera al darse la separación de los sistemas, quedaría de la siguiente manera, la que sirve para comprender lo que se genera y como funciona.

La autoorganización tiene que ver con el cambio, pero es un proceso normal que juega el sistema con su entorno. Las señales del cambio se dan en el medio exterior que a veces no es posible comprender y para ello la organización del sistema permite ese análisis integrado. En el caso del ciclo del agua, acompañado de los otros sistemas que interactúan, formados por la población, las vialidades, el suelo natural-rural, la expansión de la ciudad, entre otros, en la formación de intercambios deben ser considerados como algo que precede a cualquier posibilidad de adoptar una nueva forma de energía. Si se centra en los activos y pasivos del intercambio, el flujo de materia o energía puede obtenerse a través de la transmisión o transferencia de un lugar a otro en el tiempo y el espacio, aunque para nosotros el tiempo no es una variable que contribuya a la percepción del cambio entre la formación de los nuevos sistemas. Para mantenerlos adecuadamente se

Sistema en desorden = alta entropía



Sistema ordenado = autoorganizado

Figura 3. Modelo de sistemas urbanos con alta entropía y autoorganizados

Fuente: elaboración propia.



deben desarrollar los mecanismos necesarios para interpretar los cambios que surgen y que permitan a cada organización que continúe vigente y funcional ante su entorno.

Cualquier cambio que se da en el ambiente y sus componentes afecta al todo aledaño por más insignificante que parezca, lo importante es interpretarlo adecuadamente y no pasarlo por alto por falta de atención. Así también cualquier innovación desarrollada en la organización afecta al resto, puesto que aquella organización que se adelanta y crea el cambio tiene una influencia predominante en la modificación del entorno, porque como decía Prigogine (1977) cuando se da la autoorganización en estructuras disipativas que son las que establecen la energía que logra el cambio de un estado de orden a otro se reparten como un rayo por todo el sistema, para unirlo en un todo, por lo que éstas sólo pueden mantener su identidad al permanecer abiertas al flujo de las influencias de su medio ambiente.

Según algunos estudiosos de los sistemas como: Von Bertalanffy, Prigogine, Lorenz, entre otros, los sistemas no asimilan estructuras desde el medio ambiente, sino que solamente utilizan lo que les llega del exterior para realizar modificaciones, pero que conservan sus propias estructuras y procesos fundamentales. Esto demuestra que tienden a través del tiempo a mantener su estructura base, porque ésta no cambia tan fácilmente, sino que se mantiene y evoluciona conforme cambia el medio que lo rodea, porque el sistema no sólo se autoorganiza, sino también continuamente se autorreferencia. Así que la percepción de la ciudad no puede ser vista

como la representación de la realidad externa, sino que debe ser entendida como la continua creación de nuevas relaciones internas del sistema, como las que debe tener el ciclo natural del agua. En la figura 4 se puede ver el resultado de esta autoorganización, los nuevos sistemas: el de la ciudad, el natural rural en la superficie y el subterráneo.

El agua como se ha dicho es un sistema con entradas y salidas, por ello cuando se habla de ella es necesario conocer lo que se llama *balance de aguas subterráneas*, que se refiere a la diferencia entre la suma total de las recargas y la suma total de las descargas. Éstas representan el volumen de agua ganada o perdida por un año en el almacenamiento no renovable del subsuelo.

Las entradas en el acuífero están integradas por las recargas naturales, las recargas inducidas y por el flujo subterráneo horizontal. La recarga natural es otra de las partes importantes del ciclo del agua. Éste está constituido principalmente por la infiltración vertical de parte de los excesos de agua en fugas en los sistemas del servicio público urbano. Luego se tiene el flujo subterráneo horizontal que se refiere a las estribaciones: por un lado las que provienen de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl, y por otro, las que escurren desde la Malinche. Para determinar el caudal se seleccionaron 5 canales que pasan por la zona de estudio y después de multiplicar la transmisibilidad en el canal de flujo, el ancho del canal y el gradiente hidráulico que se refiere a la diferencia y distancia entre las equipotencialidades que conforman dicho canal, se tiene como total 201.6 hm³/año, de acuerdo con datos del SOAPAP (2005).

Otro punto importante del sistema, como ya se mencionó son las salidas, como es la evapotranspiración directa del agua superficial y la transpiración. La primera es a la que se ha hecho referencia en este apartado, como la que se ve afectada por la pavimentación, sobre todo porque este proceso tiene lugar en las áreas donde los niveles freáticos están a menos de 20 m de la superficie del terreno, de manera que pueden ser alcanzados por las raíces de la vegetación nativa, pero que al ser cam-

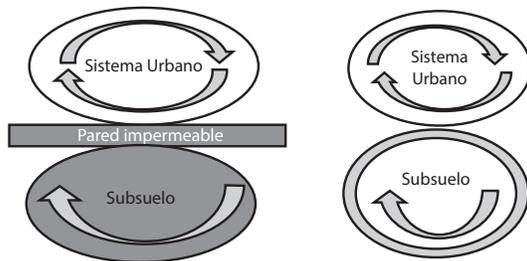


Figura 4. Autoorganización de los nuevos sistemas.
Fuente: elaboración propia.

biadas por las edificaciones se pierde parte del ciclo que estos forman. Aunque en nuestra zona de estudio la SOAPAP Reporta que todavía se tienen los niveles de los mantos freáticos entre los 5 y 10 m de profundidad, aquí es donde se lleva a cabo la evotranspiración significativa, que equivale a $42 \text{ mm}^3/\text{año}$, para continuar con el ciclo del agua a pesar de que se tenga cubierta una superficie de 1 406 ha, como se advierte en la figura 5, donde las áreas pavimentadas están ganando tierras al sistema natural-rural.

En cuanto a las descargas naturales, éstas provienen de los pequeños manantiales cuyos gastos totales son de $20.9 \text{ mm}^3/\text{año}$. Parte de las salidas es el flujo subterráneo proveniente de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepétl que toma las direcciones de noroeste a sureste y de noreste a suroeste, que vienen a mezclarse cerca del punto de investigación, con un caudal de $14.8 \text{ mm}^3/\text{año}$ (Repda, 2009).

Otra situación a considerar es la disponibilidad de aguas subterráneas, ya que es el resultado de haber pavimentado y alterar la recarga hacia el subsuelo y los flujos que forman los niveles freáticos. Para conocer cuánto se puede utilizar se debe restar el volumen de recarga total media anual, el valor de

descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado, y que reporta el Repda (2009).

Por ello en lo que se refiere a los componentes que integran el ciclo del agua, el que más interesa es la parte que pasa por el subsuelo, cuya variación en la composición física de su estructura se percibe poco, que se autoorganiza nuevamente, al perder la forma de recuperar las condiciones naturales y totales del ciclo del agua.

Para determinar cómo se dividen los sistemas al intervenir la pavimentación sobre el suelo natural-rural ya sea por la ciudad o por las infraestructuras federales, de estos últimos cálculos trascendentales para comprobar aquello de que: “El crecimiento de las ciudades ha transformado el suelo natural-rural en espacios urbanos impermeables ocupados con pavimentos y edificaciones que inhiben la filtración de agua al subsuelo, alteran el ciclo natural del agua, al researse el ambiente superficial y subterráneo, con esto disminuye el nivel de agua freática de la cual se extrae el vital líquido para el abasto de agua potable para la población”. Se ha hablado de las variables que se refieren a que han cambiado tanto los sistemas natural-rural como el urbano,



Figura 5. Suelo natural-rural en plena transformación.
Fuente: elaboración propia (2010).

Cuadro 1. Conclusión

	Incremento de Población 70-2000 hab.	Diferencia de área urbana 70-2000 hab.	De grado de conurbación año 2000	Diferencia en las superficies pavimentada hab. 70-2000	Diferencia disponibilidad de agua subterránea 70-2000 en m ³ /año
ZMP	122 258	151 300	4	80 629	36 033 876
ZMP**	4 704	46 600	4	3 102	
SMT*	117 554	939	3	619	2 554 554
TP+	8 261	353	3	256	para ambos

ZMP= Zona Metropolitana Puebla; ZMT**= Zona Metropolitana Tlaxcala;

SMT= San Martín Texmelucan, Pue; TP= Tepetitla de Lardizábal

Fuente: elaboración propia con datos de SOAPAP e INEGI.

para ello se utilizarán los datos que proporciona la Conagua para saber cómo ha variado la disponibilidad de agua.

Una vez obtenidas las referencias del agua, que son lo indispensable para confirmar si lo dicho en el párrafo anterior, que es nuestra hipótesis principal, es cierto, sobre todo a nivel de los sistemas que se utilizan como variables. Se cuenta también con los datos referentes a la ocupación del suelo por pavimentación de la zona de estudio. Se sabe cuánto han crecido estas entidades durante los últimos cuarenta años, para ello se tiene el grado de conurbación, además de conocer los cambios en los niveles de agua subterránea, así como la disponibilidad de agua con que se cuenta. Estos datos se ocuparán para confirmar cómo se han dividido en dos sistemas, como se ha referido, y tomar las medidas necesarias en la conurbación, se tendrán las mismas consecuencias tanto en los sistemas urbanos con mayor población a la que se analiza en esta investigación, como en el sistema natural rural al modificar su comportamiento.

Por lo tanto, se hablará de los resultados que se tienen para la porción correspondiente a la región de estudio del valle de Puebla que es de 2 554 554 m³/año de disponibilidad de agua subterránea,

que se desprenden de la metodología indicada en la norma NOM-011-Conagua-2000, esta es la norma oficial mexicana para la conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales de 2002. Aquí se encuentran las ecuaciones necesarias para obtener la cantidad de agua subterránea disponible y que puede ser utilizada para el consumo y las actividades del hombre. Es el resultado de restar la recarga total media anual menos la descarga natural comprometida, menos el volumen concesionado de agua subterránea.

Luego entonces, al ver el cuadro 1, en donde se localiza Texmelucan —que es el municipio atractor— y Tepetitla como entidades con grado de urbanización tres, tendientes a la conurbación, en donde la población se incrementó en 117 554 habitantes en el primero y tan sólo 8 261 en el segundo. En los últimos 40 años se han perdido 1 191 hectáreas de suelo natural-rural porque el suelo urbano se ha incrementado a 1 292 ha en el mismo periodo. Durante éste se pavimentaron en la zona de estudio 1 257 hectáreas y la disponibilidad de agua es de 2 554 554 m³/año en el valle de Puebla, con pocas consecuencias en el ambiente y sobre todo en el ciclo del agua (SOAPAP, 2005).

De acuerdo con las encuestas realizadas en la zona de estudio 95% de la población considera que se ha tenido variaciones en las temperaturas, con las mayores variaciones en primavera e invierno. Asimismo consideran que el periodo de lluvias ha variado en frecuencia y cantidad. Menos de 74% opinó que ahora llueve menos que hace 40 años, y lo constatan en la pérdida de cosechas, sobre todo en las localidades de Tepetitla y las áreas rurales del municipio atractor. Los habitantes mayores de 40 años y que son originarios de estas entidades opinan que las áreas agrícolas tienen menos humedad, como se puede observar en la figura 6, por lo que los propietarios tuvieron que tomar fuertes decisiones para no dejar morir sus tierras de cultivo o sucumbir ante el mercado inmobiliario, cambiar los cultivos sembrados u obtener frutos de menor calidad y tamaño; porque el agua que antes se destinaba al riego del campo ahora se extrae es para uso urbano, principalmente las concesiones son de tipo industrial, que son las que consumen mayor cantidad de agua.

En el periodo de estudio el número de habitantes de Puebla y los municipios conurbados aumentó a

122 258. La superficie urbana se incrementó 151 300 hectáreas en un periodo de 30 años (1970-2000) y la diferencia en cuanto a la disponibilidad de agua es de 36 033 876 mm³/año. Es aquí donde se empieza a comprobar nuestra hipótesis: porque en la ciudad capital del estado se ha empezado a tener problemas en la recarga de los mantos acuíferos: en los que la SOAPAP tiene registrado ha bajado el nivel en los mantos freáticos con una disponibilidad de aguas de 27 mm³/año, con un abatimiento progresivo de 20 m. Tienen un ritmo de abatimiento de 1 m³/anual, con una profundidad del nivel estático por la sobreexplotación de los acuíferos de 120 m, donde la evolución del nivel estático de 1980 a 1996 llega a una cota de menos 60 m, que al compararse con el 1.5 m que tiene San Martín Texmelucan quiere decir que la evolución del nivel estático es considerable y se perderá la posibilidad de utilizar esa agua de manera natural.

Con lo anterior se comprueba nuestra hipótesis en la zona conurbada de la capital poblana, donde se presentó lo que queda esquematizado en la figura 7, porque los sistemas se han separado al tener un nivel estático de menos 60 metros de



Figura 6. Condiciones de la tierra en plena transformación.
Fuente: elaboración propia (febrero, 2010).

profundidad, ya a esos niveles es difícil que pueda continuar dándose el ciclo del agua completo. Por lo tanto, sobre el nivel pavimentado se presentan divididos el sistema urbano y el sistema hídrico superficial, donde sólo es posible la evotranspiración de las aguas que se encuentran sobre dicha superficie. Además a la parte subterránea llega poco escurrimiento, por lo que cada vez es más bajo el nivel estático de los acuíferos. Esto a su vez lleva a un riesgo mayor: no poder abastecer a la población de agua potable por el cambio de condiciones físicas en el subsuelo, porque si ha bajado el nivel de agua freático la humedad en el suelo en el que se cimentaron las construcciones ha disminuido y éstas son el sustento de la verticalidad de cualquier edificación.

Como se observa en la figura 7, pueden darse situaciones como las que se presentaron en el sismo de 1985 en el Distrito Federal, con el derrumbe de edificios que se voltearon quedando fuera desde la cimentación, causando pérdidas económicas y humanas tremendas.

CONCLUSIONES

La gente de ciudad disfruta de las ventajas de tener calles pavimentadas y agua con tomas domiciliarias, y cuando no las tienen se exige al gobierno su colocación. Si las vialidades no están en óptimas condiciones se obliga al gobierno a proveerlas. Las autoridades saben que para no tener que elaborar partidas muy grandes del presupuesto anual para este fin deben utilizar los pavimentos más rápidos de instalar, más baratos y de mayor resistencia al paso de todo tipo de vehículos, por ello invierten en los que conocen hasta hoy, concreto y asfalto. Algunas autoridades más conscientes de la problemática ambiental han colocado adoquín en la zona centro y patrimonial de sus municipios.

Las localidades rurales o con mayor porcentaje de suelo natural rural, como se ha visto a lo largo de la investigación, son entidades con un grado de conurbación que indica que se encuentran en proceso de conurbación, sin embargo, su aspecto como



Figura 7. Imágenes del terremoto de 1985 en la Ciudad de México.
Fuente: www.google.com (2010).

en este caso es todavía el de una pequeña ciudad, como se ve en la figura 5. Lo que tiene de positivo una entidad como esta es que todavía puede implementar estrategias para la preservación del ciclo del agua, como mantener el bosque que se puede observar en la figura 5.

Como se pudo observar a lo largo de esta investigación, la humanidad sin importar el grado de urbanización en que se encuentre, está interrumpiendo el ciclo natural del agua, preciado recurso para la vida que debe ser cuidado y mantenido para nosotros y para las generaciones futuras.

El agua es de todos y para todos, hay que protegerla para contar con ella en el futuro, aun cuando la tendencia mundial es a tener cada vez más zonas urbanas, en donde se pavimentan más las áreas por donde podría obtener agua el subsuelo, lo que inhibe el sistema del subsuelo y esto a su vez contribuye al calentamiento global en el sistema urbano al irse quedando sin posibilidades de humedad. El gobierno tiene responsabilidad, pero la sociedad en su conjunto es quien debe actuar para solucionar el grave problema que se avecina, si seguimos actuando de esta manera.

FUENTES CONSULTADAS

- Abbott, M. M. y Vanness H. C. (1991). *Termodinámica*, 2a ed., Mac Graw-Hill, México.
- Bertalanffy (1976). *Teoría general de los sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Bolaños González, José Iván (2002). *Usos del suelo y capacidad de carga territorial: El caso de la Caldera del Rey* (Tenerife, Canarias, España), Departamento de Geografía de la Universidad de la Laguna, España.
- Carreras, Carles y Mercedes Marín (1990). *Modificaciones térmicas en las ciudades. Avance sobre la isla de calor en Barcelona*, Documents D'anàlisi Geogràfica 17.
- Celecia, John (1998). "Desarrollo sostenible y ciudad: más allá del virtuoso discurso", *Ciudades* 37, enero-marzo, Red Nacional de Investigadores Urbanos, Puebla, México.
- Clavijero, Sergio (2006). *Infraestructura y su financiamiento*, Centro de Estudios Económicos, Asociación Nacional de Instituciones Financieras, México.
- CNUMAD (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*, ONU.
- Colegio Mexiquense (2003), *Los grandes retos de seis entidades*.
- Gaceta del Colegio Mexiquense A.C, núm. 20, marzo-abril.
- Del Arnal, Celestino (1994). *Introducción a las relaciones internacionales por el medio ambiente*, 3ª edición, Tecnos, España.
- Etcharran, Jorge (2007). *Desarrollo urbano, capacidad de carga y territorio*, Desarrollo Sustentable XXI, Buenos Aires, Argentina.
- Forrester, Jay W. (1961). *Industrial dynamics*, Pegasus Communications.
- Forrester, Jay W. (1969). *Urban Dynamics*, Willey, Estados Unidos.
- Graizbord, Boris (1999). *Elementos para el ordenamiento territorial: uso del suelo y recursos*. Ponencia presentada en el Primer Congreso Nacional de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Universidad de Guadalajara, Tepatlilán de Morelos Jalisco, del 28 al 30 de julio de 1999.
- INEGI (2000). *Anuario estadístico de Puebla*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- INEGI (2005). *Conteo Nacional de Población*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Labasse, Jean (1973). *La organización del espacio*, Instituto de Administración Local, España.
- Leff (2002). *Ética, vida, sustentabilidad*, PNUMA, serie Pensamiento Ambiental Latinoamericano, núm 5, México.
- López Rangel, Rafael (2006), *Teorías de la ciudad, la arquitectura y planeamiento urbano en la globalización. La epistemología de los sistemas*, Memorias del VIII Seminario Nacional de Teoría de la Arquitectura. Arquitecturas de la globalización, pp 199-204.

Meadows, (1974) *Los límites del crecimiento*, Habitat Onu.

ONU-hábitat (2003). *Organización unhabitat*, ONU, Nueva York.

Prigogine (1977). *Self-organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations*, Wiley, Estados Unidos.

Proméxico (2005). *Mexico investment map, Tlaxcala*, Secretaría de Economía, México.

Sherman, Irving W. (1987). *Biología, perspectiva humana*, Mc Graw Hill 3ª ed. en inglés y 1ª en español, México.

SOAPAP (2005). *Programa Institucional (2005-2011)*, Sistema Operador de Agua de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla, COPLADEP, Gobierno del Estado de Puebla.

UNESCO (1982). *Un futuro común*, Unhabitat.

Zárate, Antonio (1984). *El mosaico urbano*, Cincel, Cuaderno de estudio núm. 13, serie Geografía, España.

Zevi, Bruno (1990). *Historia de la arquitectura moderna*, Emecé Editores, Buenos Aires, Argentina.

Páginas de internet

Berrull, E. (2006). Apuntes de termodinámica elemental, disponible en: www.biopsychology.org, consultado en julio de 2010.

Nu-Pu (2009). *Population Growth*, enciclopedia electrónica, disponible en: www.deathreference.com, consultada en octubre de 2009.

PNUMA (2009). *Protocolo de Montreal Alcanza ratificación universal*, Centro de Noticias de la ONU, página principal, disponible en: www.un.org, consultado en septiembre de 2009.

REPDA (2009) Consulta de la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua en www.coganagua.gob.mx, consultado en febrero de 2010.

Una mirada al territorio como cuerpo y poiésis

10

Luz Elena García García

INTRODUCCIÓN

El presente artículo se deriva de la concepción de la poiésis como el arte de la creación emergente del pensamiento y el conocimiento, el cual parte de tres movimientos: territorialización, reterritorialización y desterritorialización. En un primer momento el texto problematiza sobre el sentido del cuerpo como territorio en la era del *telepolismo*, en el cual las posibilidades son múltiples, entre ellas la del anquilosamiento o la mirada cifrada en la esperanza, en un horizonte de la generación de pensamiento, como el arte de la creación del cuerpo. En un segundo momento la reflexión se sitúa en lo que ha de pervivir o se ha perdido en el parasitismo y lo que se abre como posibilidad para recuperar la vida. En el tercer momento la pulsión de la creación es campo de cultivo de los territorios poiéticos, lo que implica movimiento del pensamiento, imaginación y disposición de espacios y tiempos propios, singulares y propicios.

A partir de preguntas como: ¿qué es lo que hay que recuperar?, ¿qué pervive de lo reconocido y qué es lo heredado?, ¿qué territorios son posibles de ha-

bitar en esta contemporaneidad?, se suscitan tres movimientos alrededor de las reflexiones que se incorporan al presente artículo en torno a los territorios. El primer movimiento se sitúa en el prefijo *te*, entendido como asentamiento, posesión y apropiación; el segundo movimiento se ubica en *re*, el cual alude a la pervivencia o recuperación de territorios; y el tercer movimiento se refiere a *des*, entendido como pulsión creadora que deviene del movimiento del pensamiento y la poiésis. Prefijos que anteceden a la palabra *territorio*, entendido en el sentido del cuerpo que deviene del pensamiento, el conocimiento y el sujeto en el acto de creación.

Los territorios geográficos ceden espacio a lo inmaterial, virtual e instantáneo de los telecuerpos, lo cual aplica para la participación y la configuración de lo social y los espacios íntimos. Lo *tele* se convierte en una cualidad constituyente de los sujetos, lo político, económico, social y cotidiano. Ante los síntomas de la decadencia del telepolismo la dignidad humana se torna en una necesidad ineludible en la posibilidad de recuperar el cuerpo que es vida,

y viceversa, en un espacio y un tiempo propio con voluntad de pensar y crear.

Las reflexiones que aparecen aquí son parte de un proyecto de investigación¹ de la Línea de Investigación en Desarrollo Humano y Social, adscrita a la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente² de la Universidad de Manizales. Se suma a las discusiones que sobre el tema se vienen haciendo sobre el territorio y el desarrollo social y humano.

PRIMER MOVIMIENTO: TE. ASENTAMIENTO, POSESIÓN Y APROPIACIÓN

En la sociedad contemporánea los territorios geográficos se sustituyen y se transforman en imagen, el cuerpo físico o geográfico se inmaterializa, lo virtual se impone sobre lo físico. Trasladarse o navegar por este tipo de geografía demanda poco esfuerzo físico, se configuran los telecuerpos, ya sea definidos por la necesidad, por la fuerza del trabajo o por la generación de capital, por la satisfacción del consumo y por el flash. El capital se acumula en torno a los otros, aquellos que tienen fama, prestigio, *good will*, las necesidades alcanzan un carácter instrumental, guiada por objetivos preferenciales, comerciales, personales y efímeros.

La participación se hace superflua a través de la moda, la marca, el nombre famoso, el código. Emergen los “ciudadanos de pleno derecho en la nueva ágora” (Echavarría, 1985), es decir, empresarios, gerentes que generan grandes capitales, los telepolitas que venden imágenes, comercializan el cuerpo y realizan transacciones financieras con dinero plástico e intangible. El movimiento del viajero se torna virtual, éste se desplaza en un espacio geográfico con un cuerpo espectral, se moviliza, se hace visible e invisible, presente o ausente, en un trayecto espectral según las intencionalidades

y los intereses que lo guían. Sin embargo en este espacio en apariencia superfluo, fluyen informaciones y conocimientos que se comparten sin cesar en el ciberespacio, trabajados con rigor, profundidad y producidos con un alto nivel de conocimiento y pensamiento creativo.

Estamos viviendo el mundo del telepolismo, la televidencia, el telesegundo, el telecentímetro, el teleespacio, lo micro y lo minúsculo recuperan su valor. Los telepolistas son teleobjetivos, teleexisten reducidos a sus propias actuaciones, representaciones de sus múltiples personajes, que se pregonan una vida activa en un ágora, no el ágora griega donde los que allí estaban representaban la polis, sino la sociedad que emerge del valor concreto de los telepolistas en el mercado de los nombres propios. Las existencias se tornan efímeras, la vida es show, es una actuación, es imagen. Los cuerpos son los telecuerpos, *light*, en la imagen prima el cuerpo del otro menos el propio, el sí mismo espectro del otro. Aunque en este escenario encontramos jóvenes que se ocupan de su cuerpo como territorio integral, unión de cuerpo, mente y espíritu, en movimiento relacional con los otros, en procura de apropiarse de sus necesidades en su entorno, formarse y relacionarse para transformar su realidad.

Lo *tele* es una cualidad con poder para incorporarse en las diferentes dimensiones de la economía, la política, la estética, el derecho, lo cultural, donde los sujetos haciendo uso de la misma tienden a ser telepolitas. Ejercen los telederechos, usan las telecomunicaciones, son telelectores, teleaudientes, teleconsumidores, teleproductores de la alta sociedad, algunas veces reacios frente a aquellos que no generan rendimientos, frente a los que se salen de los sistemas, ante los que no se exponen en la pantalla. El flash, el instante, la pantalla, configuran un sujeto de lo *tele* en un territorio virtual.

1 Nombre del proyecto de investigación: Perspectivas sociales, políticas y culturales de la educación ambiental en condiciones de desarrollo humano sostenible, para mejorar la calidad de vida necesaria y atender el cambio climático. 2011.

2 Programa liderado por el Grupo de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas.

En esta sociedad contemporánea el lugar de relación puede ser un no lugar (Silva, 2008) o un lugar de contradicciones, donde ronda la indiferencia, la exclusión y el individualismo o el respeto por lo común y la necesidad de red, de conectarse para compartir intereses comunes. La apertura y cierre de espacios está en discordancia con las relaciones limitadas, ilimitadas y amorfas; los espacios cableados tratan de desplazar, sin lograrlo del todo, los territorios geográficos en el movimiento centro-periferia, las percepciones y las sensaciones del mundo de la vida se debilitan y fortalecen en unos u otros.

En lo *tele* los cuerpos se movilizan en búsqueda de fines concretos o se inmovilizan por la falta de contacto corporal —rostro con rostro, piel con piel—, por la presencia de la telépolis se da la pérdida de la geografía sin relieve, más plana y más lineal, o más rizomática y fluida que antes. Sin cuerpo, acontece el accidente radical por el cual el cuerpo pierde su relieve, sus dimensiones, su espacialidad y su temporalidad. Aunque en este espacio virtual otros cuerpos tienen posibilidad de recuperar sus relieves, su interdimensionalidad, su espacialidad concreta y su temporalidad en medio de la fuerza instituyente que trata de minar los cuerpos de aquellos que luchan por las relaciones rostro a rostro, por no evaporarse en el espacio virtual, por configurar un territorio propio a través de sus pensamientos, conocimientos y acciones.

De esta manera, los territorios, los lugares, el tiempo del cuerpo, se asientan en la telépolis o fuera de ésta, en un lugar propio para imaginar, pensar y actuar. La telépolis, si bien hace referencia a mezcla, mestizaje de culturas, de territorios ciudadanos, está fuertemente soportada en lo virtual, maquínico, computarizado y automatizado, por lo que puede convertirse en una de las herramientas tentaculares del imperio capitalista para extender los movimientos de internacionalización económica e introducirse en los ámbitos domésticos y en los espacios más íntimos. En este sentido suceden movimientos que tienden a la homogeneización o a generar una heterogeneidad en el planeta telecultural.

Los cambios introducidos por los medios masivos alcanzan el cuerpo, lo sustituyen orgánicamente mediante cables y pantallas, se introducen en la mente, de ahí que los cambios en las sociedades, las culturas y los individuos sean producidos de forma imperceptible, sutil y profunda. Los principios amparados en el control, la seguridad y el mercado invaden el espacio íntimo y el cuerpo continúa postrado, negado, insensibilizado en la masa sin órganos ni sentidos, en tanto el sentido se pierde y el cuerpo se evapora, o se potencia como posibilidad en la conciencia del uso de una herramienta más allá de la competencia o la apariencia. En este último, el territorio de la superficialidad, el instante y la primacía cede su espacio al territorio corporal en movimiento ético-político de la implicación tecnológica en el mundo de la vida y su cotidianidad.

En el cuerpo que se vuelve imagen habría que percatarse ¿imagen de qué? ¿Imagen de quién? Hoy existen cuerpos sin tiempo, sin sentido propio, cuerpos perdidos en el tiempo veloz que marca las manecillas del reloj con la fuerza de la aceleración, la saturación de la información, la simultaneidad de los sucesos (invidencia), los teleacontecimientos (mundo preconfigurado en la imagen y los sucesos en el mundo) que invaden el espacio doméstico e íntimo. El cuerpo se preconfigura, endiosa y utiliza.

Las casas antes eran del ámbito de lo privado; hoy con la telépolis lo privado se transforma en asunto público. Lo íntimo ya no se concibe. El asentamiento se realiza cuando el telepolismo moldea las facetas de lo íntimo y de la intimidad: sentimientos, sensaciones, percepciones, comportamientos, gustos, deseos, preferencias, pensamientos. En este escenario es preciso estar alerta a los efectos del desarrollo tecnológico e informático, donde se evita el contacto, el riesgo y el conflicto, situación que además de afectar el desplazamiento del cuerpo en carne y hueso, la carne y la piel, genera insensibilidad en el organismo, corroe los territorios ciudadanos a través de dinámicas de exclusión entre ricos y pobres, distribuidos en fragmentos

infraestructurales, separados en condominios cerrados y extraños. La vida cotidiana se permea por relaciones de desconfianza, incomunicación e indiferencia; la forma geográfica se evapora en la tecnología a través de imágenes, cables y tele-via-andantes consumistas y anónimos, que configuran los no lugares en los cuales se reúnen, sin intereses comunitarios ni ciudadanos, sin compromiso ante los otros. En este escenario la vida social se torna agreste y violenta, la soledad en medio de la desesperanza ronda en cada esquina y arrincona la existencia.

Como en *Saturno devorando a su hijo* (Goya-1820-1823), el dios del tiempo devora a su hijo para que ninguno pudiera destronarlo. La melancolía y la tristeza expresan en la obra el tiempo pasado perdido y sin horizonte. El hombre que desgarró la piel de su hijo y devora su carne, de una forma insensible, la máquina que devora el cuerpo de carne y hueso, máquina que consume el tiempo y no deja espacio para lo vital. La indiferencia, la extrañeza a la condición humana, lo lejano, lo sensible, se personifican en un monstruo tiránico que consume a sus hijos y los deforma. El tiempo que todo lo devora, el tiempo donde tenemos tregua, el tiempo sin asumirnos en relación, el tiempo no vital.

SEGUNDO MOVIMIENTO: RE. PERVIVENCIA, RECONOCIMIENTO Y RECUPERACIÓN

Se reconoce el tiempo perdido en el telepolisismo, en el nomadismo sin sentido, sin territorio, sin lugar antropológico, en el embotamiento de la conciencia corporal. Como expresa Sennett (1997): “el consumo elevado del dolor simulado, al igual que de sexo simulado, sirve para embotar la conciencia corporal”. Recupera el cuerpo posible aquel que es capaz de moverse, percibir, sentir, pensar, obrar con sentido propio; recupera el territorio aquel que es capaz de situarse en un ámbito específico de su existencia, de su experiencia y desde allí potencia su modo de pensar, conocer y actuar. Así la simulación, el show y el

pantallear pierden su piso, se reconquista la conciencia del cuerpo y del territorio, con relieve y dimensiones propias; también la conciencia del acto creador hecho cuerpo sensible. Se rescata la vida, se cambia la piel y se tiene conciencia del sentido del tiempo.

En los tiempos de hoy es necesario reconocer los síntomas de la decadencia, de la moralización, de la corrupción del espíritu y del pensamiento, y la violencia en cualquier forma de manifestación, que socavan la vida, perpetúan la cultura de la carencia, incrementan la exclusión y generan destrucción. Es necesario reconocer las debilidades al no enfrentar los miedos, escudarse en otra vida, en otro lugar, en la sociedad, en la cultura, en la falta conciencia. Una cultura corrupta corrompe, distorsiona el espacio, el tiempo y el lugar, no da espacio para el compromiso, para la expansión del cuerpo, para la configuración del territorio propio.

Lo anterior nos lleva a la necesidad de recuperar la “dignidad del hombre”, tarea difícil y retadora en el desafío de apostarle a la vida, al espacio, al tiempo, como momento de gestación, no de degeneración. A fomentar la inter-co-dependencia, no lo parasitario, y privilegiar el “exceso de vida” (Nietzsche, 2002) en el territorio propio.

La vida no es un ideal, no se sujeta a idea alguna para limitar las fuerzas de la existencia plena y el sentido de la experiencia. La vida es resistencia, ya no más resignación, cobardía, ni parasitismo. El mito se instala clandestinamente en las ideas surgidas del pensamiento racional: razón, historia, ciencia, progreso, crecimiento, desarrollo, sostenibilidad. También es una forma de pensamiento impuesto: el pensamiento racional empírico estuvieron presentes en las diferentes civilizaciones y en los desarrollos de las ciencias. ¿Realidad o idealidad? ¿Las idealidades para qué sirven? La historia muestra que las idealidades dejan la “sensación de vacío y de hambre” (Nietzsche, 2002), adormecen, enneguecen bajo el opio del olvido, de la pérdida de la memoria, de la evasión del ser relacional.

La diversidad de la vida podría vencer las fuerzas del individualismo, del parasitismo, con el cuerpo. Una revolución, una transformación, un cambio implican el cuerpo, como territorio con espacio y tiempo propio, donde sea posible lo nuevo, y se potencie la vida. Cuerpo, territorio vital.

¿Cuál es el sentido de nuestro tiempo? Es necesario la recuperación del tiempo propio, no dejar que los otros planeen el tiempo, “no seguir cediendo ante los demás” (Nietzsche, 2002), no dirigirse hacia un horizonte ajeno, no confundirse con los demás ni seguir de manera narcotizada el movimiento que nos imponen, la fuerza de la manada liderada por alguien más impide ocuparse de sí, mirarse, enriquecerse en relación con los otros. El tiempo vital se potencia viviendo, no es para evadir ni olvidar, es para recuperar la memoria y los sentidos.

El poder está soportado en el cuerpo, que no es consciente de su poder; al radicar la fuerza del poder en el cuerpo se es ser fundante de su mundo. El cuerpo es real, multiforme, afirma la vida. Cuerpo y tiempo son territorio de lo existencial y de la experiencia con sentido, en movimiento del sujeto situado en un espacio tiempo concreto, determinado e incierto. En tanto:

Toda existencia humana es a la vez jugadora y jugada; todo individuo es una marioneta manipulada desde el interior y desde el exterior y al mismo tiempo un ser que se autoafirma en su misma calidad de sujeto [...]. El individuo humano no puede ciertamente escapar a su suerte paradójica: es una pequeña partícula de vida, un momento efímero, una insignificancia, pero al mismo tiempo despliega en sí la plenitud de la realidad viviente (Morin, 1999).

En este sentido, acontecer es suceder en el mundo, es vivir en la incertidumbre, configurar el espacio íntimo y relacional, tomar distancia del espacio de los otros para recuperar el propio. Es la emergencia de la otredad, ese Otro, aun no. Demanda comprender el “mundo del sentido” (Zemelman, 2002), ir hasta el fondo, remover, vaciar y encontrar sentido a lo vital.

En la afirmación de la vida por el cuerpo toman fuerza la voluntad de vivir, la voluntad de poder, la voluntad de poíesis, lo que implica imaginación, intuición, libertad y creación. Contrario a lo apolíneo, el espíritu dionisiaco, sobre los cuales Nietzsche establece la diferencia, el mundo se entiende en términos de representación, dentro de lógicas de orden, seguridad y, control, o lo que el autor llama la huida de la vida, en el *ecce homo* o idealización de la vida en el telepolismo actual que configura la vida light. Entonces la tragedia se expresa como el arte de vivir, mediante la recuperación de la conciencia en el ahora, sin determinismos, con voluntad de pensar y de gestar la acción que deviene del pensamiento.

En la afirmación de la vida se hace necesario respirar en y con aire de altura, un aire que penetre en el cuerpo para oxigenarlo, y lo ponga en tensión, que le facilite moverse en un camino de ensoñación, calma, imaginación y creación en un espacio de encuentro consigo mismo. Es la conquista del territorio propio en la soledad. Conquista entendida como posesión, situarse “un paso adelante en el conocimiento” (Nietzsche, 2002), con pensamiento autónomo, lo que se constituye desde la voluntad, el reconocimiento del valor, el movimiento del espíritu, la transparencia con uno mismo y con los demás, mediante el reconocimiento de las necesidades, afectaciones y posibilidades.

En la potenciación de la vida se vive en soledad acompañada, esto es, ser distinto, emprender un camino propio, tomar distancia y cuidar de sí, de otro que rompe con la idolatría, con la creencia, con la fe ciega en la razón, o aquello que en apariencia nos constituye para que aflore lo propio de lo colectivo. Potenciar la vida es pensar; el acto de pensar exige quietud, deshacerse de las idealidades, de los parásitos, tomar distancia, dejar de escuchar a los otros y soltarse de esta obligación en el movimiento de escuchar ese uno-otro, escucharse el pensamiento retumbando en la cabeza a punto de estallar. El territorio de la vida es el pensamiento en camino de gestión.

Potenciar la vida exige mantener el espíritu en vilo, en permanente curiosidad, inconformidad y problematización. No se escuda en palabras simples o burdas. Desiste de aquello que aminora las fuerzas del pensar y la acción. Exige poner la mirada sobre la realidad en un nivel de especificidad propia dentro de lo social posible, no como se hace con la cultura y la educación que enseña a perder de vista, a perder la mirada, sí no nos percatamos de ello.

En los intrincados caminos del pensar las distracciones y las exhortaciones son muchas. Un espíritu singular establece límites en los asuntos que distraen, las distracciones se hacen cada vez más escasas hasta desaparecer o reaparecer en un momento en que el espíritu sale del espacio íntimo para liberarse del propio pensamiento, para pasear o tener momentos de recreo por las ciencias o transitar por almas extrañas mediante la lectura.

La lectura es una distracción de sí, sitúa por fuerza de sí al pensamiento propio del sujeto. ¿Cómo se puede permitir que un pensamiento extraño escale secretamente la pared? Las distracciones en otros textos, con otras almas, están hechas a nuestra medida. No existen en cantidades, no son enciclopédicas, son aquellas que estamos en capacidad de acoger en el lecho propio, en el regazo y esto no se hace con cualquiera. Damos acogida y abrazo a aquel que se encuentra con cautela y sin hostilidad, con el que establecemos lazos de amistad. Estos otros, las otras almas, no son muchos, existen para el pensante en número reducido, con el que el encuentro es encantador y cautivante. El trabajo es sacar de sí; plasmar en obra, es un asunto existencial serio, distante de la vida mundana, del ruido, de las otras voces que tratan de inmiscuirse, de los otros pensamientos, de las otras almas.

La lectura emana de sí, es escuchar-se las palabras. Es vivir el parto, realizarlo, no permitir estímulos externos —no más inyecciones de pitosín para acelerar el parto—, es tomarse el tiempo, sin azares externos, sin más azar que el del propio que

deviene del pensamiento. La lectura en soledad es escalar los propios muros, derruir las paredes, alcanzar la cima y la sima de las montañas, es movimiento fecundo.

Profundidad, abismo, perspicacia, olfato, sentidos, jovialidad, sublimidad de los momentos, de la existencia que implica zambullirse en el fondo del mar. No identificación ni similitud ni representación. En este camino del pensamiento es necesaria la inspiración para emigrar de lugar, pasar y encontrar nuevos puertos sin quedarse fijo, llegar por fin a algún lugar y enraizarse. Es necesario mover el cuerpo espectral materializado, hacerlo realidad.

La realidad es más que una descripción, es imaginación, mirada, lectura que cambia, se metamorfosea desde nuestra propia intimidad. El pensamiento llega y se va, instantáneamente, en el cual se descarga una incontenible fuerza de contenido (electromagnético) que rompe, destruye, quema todo lo material que se encuentra a su paso, dejando cenizas y la imagen de su fuerza en esplendor contiene una energía indescriptible.

El pensamiento pone a los sentidos en alerta por el estruendo de destrucción de la tormenta eléctrica, después de la cual llega la calma. Una tormenta que quien la vive, quizás con temor, también encuentra gozo, placer, éxtasis. Como el encuentro de dos amantes, de dos cuerpos que funden sus cuerpos, se chocan contra la roca y siguen en el plano siguiente apaciguados.

TERCER MOVIMIENTO: DES. PULSIÓN CREADORA, TERRITORIO POIÉTICO

El *des* sitúa en el territorio en el plano de la creación: momento de sensibilidad, sentir el cuerpo, expresarse en él. Un cuerpo capaz de fusionarse en el paisaje, capaz de asombrarse y admirarse. En el encanto y desencanto del poeta algo deja de ser en su finalidad utilitaria o técnica, y emerge para convertirse en cuerpo como expresión del arte, comunión, exaltación y coligación.

Si se pierde el ritmo del movimiento, el ritmo del pensamiento, el ritmo de la escritura; si se pierde el tiempo para no pensar, no imaginar, no crear. Si el territorio se convierte en un no lugar, un sin sentido, el cuerpo decae, se hace invisible, el tiempo se malgasta, el horizonte se pierde. Por esto el ritmo propio habría que sostenerlo. Un momento de inspiración, de escucha, se pierde si no se sostiene, si no se cultiva, si no se permite su germinación.

La imaginación, la inspiración y lo que íntimamente nos posee o poseemos se expresa en símbolos, imágenes (García, 2004) y se torna corpóreo. Es el pensamiento materializado en imagen, referido a nuevas realidades, una nueva historia que se habla, se escribe, se esculpe; es el tesoro íntimo del ser dibujado en palabras, el devenir que se vuelve un acto de habla y se expresa en obra, se torna arte y palabra.

En el movimiento del cuerpo en conexión con el otro emerge la resistencia, la alegría, aunque también hay momentos de saturación, resquebrajamiento y dolor. En este caso es necesario el vigor y la fuerza que sostiene, dinamiza y hace posible escuchar la melodía interna, moverse al ritmo propio, acompasado, en sintonía con las voces íntimas, en la escritura de las notas que componen una partitura. Mientras la música suene en la cabeza y sea conciencia hay que dejar que fluya la fuerza creadora.

Según Castoriadis (2003) “Pensar no es construir catedrales o componer sinfonías. La sinfonía, si la hay, el lector debe crearla en sus propios oídos”. Escuchar la sinfonía, escribirla con cuerpo y piel, tocarla con las propias manos, interpretarla, esto es poíesis, esto es habitar el territorio poiético.

¿Qué pervive de lo reconocido, qué es lo heredado y que se desprende de ahí? La posibilidad, la potenciación del pensamiento hecho obra, hechura de creación, cuerpo como entramado. Lo imaginario no se sitúa en la imagen en el espejo, la figura reflejada en el espejo o lo otro similar. Lo imaginario es el “espejo mismo y su posibilidad”; continuando con Castoriadis, es el “otro como espejo”, ambos

obras de lo imaginario *ex nihilo*, esto es, territorio del pensamiento poiético.

Lo imaginario en términos de representación, de espejo que refleja la imagen, la máscara de lo que no se es, lo “especular” (Castoriadis, 2003), lo ficticio, lo irreal, lo único que hace es repetir, replicar, mimetizar, copiar la imagen de la realidad legada o heredada, adaptar y simular el modelo, la idea de otro. Por esto el imaginario al que se refiere este autor es “creación, no es imagen de...”, es creación permanente, “indeterminada” de figuras, imágenes, acontecimientos, experiencias, a partir de las cuales solamente puede tratarse de alguna cosa. Lo que llamamos “realidad y racionalidad son obras de ello.” (Castoriadis, 2003).

En la poíesis es ineludible el lugar y lo político. Parece que la creación requiere un lugar especial, no se da en todas partes ni en cualquier lugar, pero en tal caso, se da en un lugar especial. No tiene una patria, un Estado, un espacio en el cual se ancla, suelta las amarras, es posible en el despliegue de la sensibilidad y el movimiento. La vida como posibilidad de creación tiene que ver con el territorio que se mira, habita y comprende.

Los territorios son las manifestaciones o expresiones de la relación inseparable y continuamente cambiante entre la especie humana y la tierra. Dicho de otra manera, los territorios son en el momento en que significan algo para alguien, es decir, en el momento en que un grupo social, una *comunidad* o un grupo con intereses comunes, escribe sobre la tierra y sus formas de morar (Noguera, 2000).

En los territorios se configuran nuevas relaciones sobre la manera en que habitamos y moramos. Aquí entra en juego la profundidad y la extensión de la mirada. De ahí que la originalidad de la creación devenga de la pasión por crear algo nuevo, por mirar diferente, por volar por encima del arte ya existente. La mirada ya no se ubica en lo lejano, sino sobre la realidad que nos rodea, en el arte del silencio, del espacio de la soledad habitada. El sentido del olfato nos lleva a percibir la mentira, la falsedad de la verdad, la

emergencia del pensamiento, la percepción; nos permite olfatear, descubrir las huellas y las improntas. Se mueve el cuerpo, y los pies y las manos nos facilitan el desplazamiento, el movimiento que posibilita pensar situado en la esperanza y en medio de la fatalidad. Es necesario vivir conmocionados, en el tremor que echa por tierra las verdades y los valores morales.

La realidad hay que recuperarla, pensarla, no huir de ella. Es cercana, íntima y vecina; no ajena ni extraña, ni externa. Es problemática, trágica y gozosa, se concibe con altura, hondura y profundidad, con perspectiva y en los umbrales desde el ser.

CONCLUSIÓN

Los telecuerpos se mueven por necesidad, intereses e intencionalidades acordes con las dinámicas capitalistas de trabajo y consumo, orientadas desde la instantaneidad y la velocidad. En la participación, en principio superflua, confluyen aquellos para quienes este es un espacio de difusión de conocimiento, trabajados con rigor y que emergen precisamente de aquellos que tienen espacio y tiempo propio.

Lo *tele* incorpora diferentes dimensiones, tales como: la economía, la política, la estética, el derecho, lo cultural. Los sujetos en su calidad de telepolitas ejercen los telederechos, utilizan las telecomunicaciones, a la vez que son telelectores, teleaudientes, teleconsumidores, teleproductores, hasta teleamantes, teleamigos, con los cuales se comunican en el instante, generan imágenes y símbolos flash, comportamientos y actitudes, comparten necesidades y deseos, informaciones y conocimientos que configuran el territorio virtual.

Son múltiples los movimientos que hoy suceden alrededor de lo tele, el telepolismo, el telesegundo, el teleespacio, la telemedida, donde se demanda capacidad de percatarse de los riesgos y capacidad de movimiento libre en medio de aquellas dinámicas que amenazan con invisibilizar, inmovilizar y generar anquilosamiento del cuerpo. Es necesario darse cuenta de los síntomas de la decadencia y los mo-

vimientos tendientes a la homogeneización y a la heterogeneización que identifican, mimetizan, para buscar la posibilidad en la diferencia y en la conjunción el poder del cuerpo expresado en creación con sentido de existencia.

El texto llama la atención sobre lo mítico y lo parasitario instalado en el pensamiento, en el conocimiento, en lo ya dado que no corresponde a lo propio, como la instauración de modos de desarrollo ajenos al contexto donde se aplica. El cuerpo es un territorio vital que se configura con tiempo y espacio propios a través del pensamiento, la imaginación y la creación que no es ajena a la existencia ni la experiencia ni el mundo íntimo del sujeto en despliegue de todas sus dimensiones.

El cuerpo es movimiento y en el triple prefijo re-tele territorialización incorpora lo nuevo en un tiempo singular, que demanda condiciones especiales, persistencia, voluntad y decisión para pensar radicalmente de un modo diferente. Esto implica percatarse de aquello que parasita en nuestros cuerpos, reconocer lo posible y movernos de lugar.

El cuerpo como territorio es vida, es relación enriquecida con los otros en el modo de pensar, tiempo y espacio propios, movimiento singular, ocuparse de la vida. El poder radica en el cuerpo, que es multiforme y contiene la vida.

FUENTES CONSULTADAS

- Castoriadis, C. (1983 y 2003). *La institución imaginaria de la sociedad*, Vol. 1, Tusquets, Barcelona. Editada nuevamente en Argentina, Artes Gráficas del Sur, Buenos Aires.
- Echeverría, J. (1985). Limper-Grafo, España.
- García, L. E. (2004). *Educación, sociedad y cultura*, Universidad Católica de Manizales, Manizales.
- Morin, E. (1999). *Antropología de la libertad*, CNRS. Grasse, París, Traducción de José Luis Solana Ruiz.
- Nietzsche, F. (2002). *Ecce homo*, Buenos Aires.
- Noguera, P., *Lo urbano, lo rural y lo agrario: Modelo rizomático de investigación ambiental*, en: Res-



trepo et. ál. *El medio ambiente agrario. Bases conceptuales y metodológicas para la elaboración del perfil ambiental agrario del departamento de Caldas*, documento de trabajo en impresión de computador, Colciencias, Universidad Nacional sede Manizales, Santafé de Bogotá.

Silva, A. (2008). *Imaginarios Urbanos*, Tercer Mundo Editores, Bogotá y Sao Paulo.

Sennet, R. (1997). *Carne y piedra*, Alianza Editorial.

Zemelman, H. (2002). *Necesidad de conciencia*, editorial Antropos, Barcelona.







Organización empresarial y su administración causante de problemas socioambientales: retos para dar soluciones



Lorenzo Manzanilla López

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se aborda la evolución de las organizaciones empresariales y su administración desde la antigüedad hasta la revolución industrial. La administración de empresas ha sido poco responsable con el medio ambiente, sociedad y economía, lo que provoca organizaciones no sostenibles.

Las crisis medioambientales y las políticas económicas que inciden en las organizaciones empresariales y su administración, han empezado a tomar conciencia —objetivo de este capítulo— a partir de la necesidad de cambio de estrategias en las políticas públicas para modificar los paradigmas socioambientales de las organizaciones empresariales.

Las tendencias de transformación de las organizaciones y su administración con un enfoque medio ambiental, han sido una respuesta de la racionalidad ambiental y las organizaciones empresariales “verdes” en un camino donde las organizaciones empresariales, mediante estrategias innovadoras buscan ser sustentables, pues han aquilatado los beneficios para las organizaciones empresariales que adoptan un enfoque sustentable.

Se abren nuevas oportunidades para administradores de organizaciones sustentables, tema de gran importancia para las escuelas y facultades en México y Latinoamérica. La inclusión es sus currículos de temas de ética y responsabilidad en la organización y su administración, indispensable para el desarrollo socioambiental de la organización así como ejemplos de las empresas que buscan en la sustentabilidad el afianzar su liderazgo en pro de la comunidad.

Para poder enmarcar este trascendente tema de la sustentabilidad, es indispensable que los investigadores, docentes y difusores de la gestión y gobernanza de las organizaciones se basen en las teorías de la organización, administración y dirección estratégica, con un enfoque sustentable, que en este capítulo se refieren a investigaciones útiles para su profundización y aplicación, que pueden ayudar al estudiante a entender los modelos que se presentan en la crisis, en la racionalidad ambiental y dentro del paradigma de la sostenibilidad para la administración.

También encontrará una bibliografía que permite enmarcar este capítulo desde el ámbito de la racionalidad ambiental para poder trascender a la orga-



nización y administración empresarial, sus retos y oportunidades para dar soluciones a los problemas socioambientales, tal como lo ha enunciado la ONU en distintos foros donde se ha discutido el tema.

EVOLUCIÓN DE LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES Y SU ADMINISTRACIÓN

La administración y la economía como ciencias sociales, han estado presentes desde el pensamiento clásico griego. Personajes como Jenofonte nos ayudan a describir cómo funcionaba una empresa familiar de esa época incursionando en la cría de caballos. Cabe señalar que 80% de la sociedad de aquel entonces eran esclavos, contemplaba limitadamente a la organización empresarial y su administración, pero casi 2 000 años después este pensamiento evolucionó constituyéndose las primeras formas de organización como empresas semicapitalistas. Fue hasta el desarrollo de las ciudades libres del renacimiento, y gracias a la contabilidad, que el pensamiento económico empezó a tener una meta de rentabilidad del capital al tomar conciencia de éste y los intereses que se podían generar. Se requirieron 300 años más para que el capital financiero y la rentabilidad fueran los elementos más importantes para la economía y las decisiones empresariales; Adam Smith, dentro de sus aportaciones, hablaba ya del egoísmo y consideraba que era parte de la naturaleza humana, desde entonces, el interés era ya motor del sistema y enmarcaba lo que hoy se ha convertido en un llamado “egoísmo empresarial”.

En las decisiones que tomamos hoy en día aún domina en la mayoría de los negocios el pensamiento económico-financiero, dejando de lado la responsabilidad de la sociedad y tratando de obtener el beneficio económico a pesar de su deterioro y afectación. Pero en los últimos 50 años se ha incorporado a esta visión la competitividad para que un negocio pueda tener una vida razonable de 50 años o más. El capitalismo neoliberal penetra la individualidad, la subjetividad y la cotidianidad con el deseo de maximizar la ganancia o

la rentabilidad en su valor más alto en el sistema económico actual. Hasta hace 30 años, el pensamiento económico planteó que para que algún proyecto económico o empresarial se iniciara se debería plantear con base en el beneficio y por lo tanto las utilidades deberían de durar un periodo mayor para que dicho negocio pudiera ser considerado sostenible.

ADMINISTRACIÓN POCO RESPONSABLE CON EL MEDIO AMBIENTE, SOCIEDAD Y ECONOMÍA PROVOCA ORGANIZACIONES NO SOSTENIBLES

La base empresarial aún no se compromete a lograr un mayor bienestar en la comunidad, sobre todo por el poco incentivo que dan las autoridades en materia de política industrial y medio ambiente para llevar a cabo mejoras continuas, sin embargo, aunque existe un marco de normas que establecen un compromiso, éste generalmente no se cumple por los costos tan elevados que esto implicaría a las organizaciones, sobre todo en materia ambiental.

Para Porter (1996) la responsabilidad de la empresa con la sociedad ha emergido como una prioridad ineludible para los líderes de los negocios en todos los países. Sin embargo, argumentan que los esfuerzos hasta hoy realizados no han sido del todo productivos, ya que confrontan a la empresa con la sociedad a pesar de que son independientes; pues en lugar de establecer dicha responsabilidad como una estrategia particular que los favorezca, se enfrentan más bien a la presión que ha llevado a la empresa a pensar en la responsabilidad social corporativa. Si las empresas analizaran sus alternativas de responsabilidad social en la misma forma en que orientan sus decisiones de negocios, ésta podría ser una fuente de oportunidades, innovación y ventaja competitiva.

Desde una perspectiva de su administración estratégica, la responsabilidad social corporativa (RSC) puede convertirse en una fuente de enorme pro-

greso social en la medida en que las compañías aplican sus vastos recursos, experticia o actividades que benefician a la sociedad, ya que la actividad empresarial es básica para la generación de empleo, pues la derrama salarial que origina representa una gran parte del consumo popular y resulta determinante en el tamaño y perfil de la demanda del mercado local.

Sin embargo, aún es limitado el interés en generar bienestar y crecimiento dentro de la comunidad en que se instala un negocio, manifestándose en su lugar un marcado egoísmo empresarial que ha agravado los problemas sociales como la corrupción y la violencia, mismos que pueden percibirse en la escasa cohesión social y la poca responsabilidad cívica a pesar de existir la obligación moral de las empresas para generar soluciones a la problemática medioambiental y buscar el desarrollo económico de la comunidad. Las empresas deben de ser buenas ciudadanas que puedan lograr el éxito comercial en la forma en que honren los valores éticos y respeten a las personas, las comunidades y el ambiente natural por lo que es necesario que operen en modalidades que garanticen el desempeño económico a largo plazo, evitando las conductas a corto plazo socialmente perjudiciales o ambientalmente despilfarradoras.

Una nación en donde los políticos y empresarios están en los niveles más bajos de confianza, según la percepción de la ciudadanía, no puede generar empresas sostenibles, ya que están más preocupados por su bienestar que por la prosperidad y futuro del país. La administración no responsable con el medio ambiente, la sociedad y la economía ha generado organizaciones no sostenibles. Una empresa preocupada por el medio ambiente, es aquella que trata de corregir la pobreza y miseria de su entorno, al tratar de mejorar la calidad de vida en un sentido amplio.

La microeconomía ambiental, por lo tanto, debe generar modelos que integren los procesos ecológicos, tecnológicos y culturales para obtener una productividad ecotecnológica que transfor-

me, “mantenga y mejore” la productividad global con proyectos viables, rentables, competitivos y medioambientalmente responsables, sujetos a la estructura y funciones de cada ecosistema y a la capacidad de autogestión de los participantes y los productores directos, desde las empresas.

El modelo neoliberal que favoreció el crecimiento global de las corporaciones y que ha causado estragos socioambientales, esta agotándose. La empresa debe tener una nueva visión social, económica y ambiental, establecer condiciones monetarias que le sean propicias y aprender a competir en el mundo globalizado respetando las sociedades originarias. No sólo se trata de defender al medio ambiente, el discurso ambientalista acepta la apropiación de la naturaleza como medio de producción y fuente para aprovechar la lógica del mercado, pero propone estrategias diferentes que creen un balance.

Es importante dimensionar que estos argumentos dan origen a los retos que se presentan en este nuevo milenio, donde las teorías económicas tradicionales no daban mayor importancia al medio ambiente ni a la responsabilidad social, hasta que crisis como las actuales llevan a la búsqueda de soluciones que serán estudiadas en los siguientes apartados.

Milton Friedman (1963: 133), afirma que “la empresa sólo tiene una responsabilidad social: usar su energía y sus recursos para actividades que aumenten sus utilidades, siempre y cuando respete las reglas del juego [...] con una competencia franca y libre, sin engaños ni fraudes” y que “las empresas se deben dedicar a producir bienes y servicios con eficiencia y dejar la solución de los problemas sociales y ecológicos en manos de los organismos de gobierno y las personas competentes”. Sin embargo, para evitar la división de la responsabilidad social entre los diversos segmentos de la sociedad, tanto el gobierno como el sector privado tienen la responsabilidad de actuar en pro de la sociedad y a la par obtener un provecho propio bien entendido.

El enfoque tradicional del modelo costo-beneficio, concibe soluciones ambientales siempre que los beneficios sean superiores a los costos. Aunque no es fácil cuantificar todos los gastos y beneficios ambientales, su descuido ya nos deja ver claras sus amenazas, por lo que la única salida hasta el momento la brinda el paradigma del desarrollo socioambiental, que requiere que se coordinen todas las empresas y los gobiernos, por lo que las compañías tendrán que enfrentar una compleja serie de condiciones de dinámica política, económica y social.

Otra interrogante del ámbito social se refiere a los méritos del capitalismo ¿Se limita el capitalismo a ser un sistema para la asignación de recursos? ¿Qué papel debe desempeñar el gobierno en la regulación del mercado? ¿Se deben tolerar las grandes desigualdades de riqueza, posición social y poder?

LA NECESIDAD DE CAMBIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA MODIFICAR LOS PARADIGMAS SOCIOAMBIENTALES DE LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES

Los conflictos ambientales se dan en un campo estratégico y político complejo y discontinuo, donde los intereses económicos, sociales, culturales y materiales deben crear diferentes soluciones ecológicas en las que los valores y procesos ambientales no puedan traducirse en precios de mercado y sin embargo, se deban costear y reflejar en ganancias para las empresas pero con un beneficio real para la vida de la Tierra.

En palabras de Ernst Von Weizsäcker:¹ “El instrumento más adecuado para conseguir que los precios reflejen la verdad ecológica es una reforma ecológica de los impuestos. Subir lenta, pero constantemente, hay que reducir los impuestos sobre el

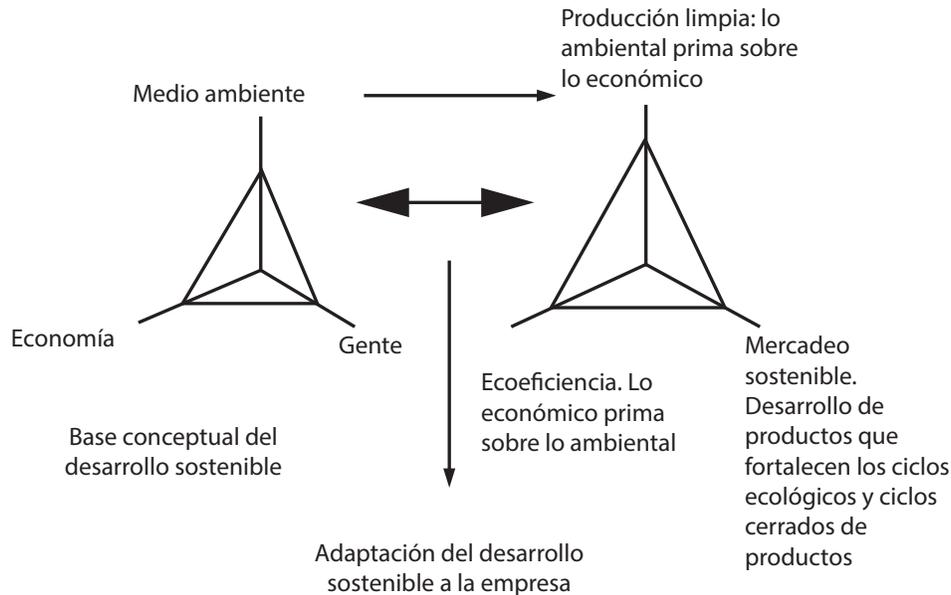


Figura 1.

1 El profesor Von Weizsäcker es director del Instituto de Política Europea en Bonn.

trabajo personal, sobre el valor añadido y sobre los beneficios empresariales”.

En las empresas, los principios del ambientalismo se pueden plasmar en el potencial productivo. La organización sustentable debe partir de un paradigma de productividad, calidad y competitividad ecotecnológica sostenible. El principio de las tres erres que significan *reducir*, *reusar* y *reciclar*, debe considerarse como una meta del día a día de la administración en la organización. El desarrollo socioambiental como proyecto orientado a generar riqueza, poco a poco puede impulsar a erradicar la pobreza y a mejorar la calidad de vida. La sustentabilidad en los negocios y en las acciones del gobierno requiere nuevos principios éticos para construir teorías organizacionales y de administración con una racionalidad económica, ambiental y social para lograr ventajas competitivas y generar capital sin daño ecológico y recuperar los valores esenciales, de sentido de la existencia, formas de solidaridad social, respeto y gusto por la vida.

CRISIS MEDIOAMBIENTAL Y POLÍTICAS ECONÓMICAS QUE INCIDEN EN LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES Y SU ADMINISTRACIÓN

Rachel Carson en su libro *Silent Spring* (La primavera silenciosa) (2002) argumentaba que el uso constante de plaguicidas y productos químicos tóxicos era perjudicial para la Tierra y para los humanos que vivían de ella. Este libro llamó la atención sobre la relación entre la tecnología, la ciencia y la interacción humana con el mundo natural y fue uno de los pilares que influyó en las protestas de los consumidores y que llevó a las organizaciones empresariales a reconsiderar el enfoque medioambiental.

La contaminación de un arroyo es un ejemplo, mínimo pero elocuente, de que se necesitan aplicar estrictamente reglamentos firmes, así como disposiciones oficiales, para limpiar los lugares contaminados. Injusticia social, pobreza y guerra: hemos hecho y seguimos haciendo cosas terribles a la Tie-

rra en el nombre del “progreso”. También entre los hombres; tanto en forma consciente, por medio de la guerra, la violencia, la intolerancia, como de forma inconsciente, un orden económico mundial que sistemáticamente mantiene al tercer mundo en la pobreza. Conocemos el daño que ya hemos hecho a la Tierra, conscientes de que debemos cambiar nuestras actitudes sobre el consumo y la contaminación. Sin embargo, todos los indicadores muestran que estas tendencias destructivas que se han acelerado tan dramáticamente durante los últimos 60 años, van a continuar hasta bien entrado este siglo (Porrit, 1991).

En la década de 1970, el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Ley para el Aire Puro, la Ley para las Aguas Limpias y se constituyó la Oficina para la Protección del Ambiente. El gobierno de Estados Unidos en la década de 1980 buscó soluciones de libre mercado para la contaminación, la basura y otros problemas. El movimiento ambientalista adquirió peso político. De igual manera, en varios parlamentos europeos surgió el Partido Verde para poder participar en este rubro a través de sus representantes.

En la década de 1980, los procesos del mundo empezaron a transformarse geopolíticamente de un sentido local a un esquema global. Los países europeos y Japón, entre otros, orientaron su competitividad bajo el enfoque globalizador. Hacia la década de 1990 novedosas tecnologías de información y comunicación abren nuevas perspectivas para el desarrollo de las empresas. En 1985 en Estados Unidos se empezaron a otorgar permisos para “contaminar” con un tope máximo de sustancias (al quedar reguladas); y si una compañía podía limpiar su planta y producir menos polución, entonces podía vender el “derecho de contaminar” a otras compañías. En este renglón cabe mencionar que estas sustancias tóxicas representan una gran amenaza para la vida como la conocemos, provoca cambios en el clima y el calentamiento del globo terráqueo por la contaminación que adquiere muchas formas (Naar, 1990). Si la capa protectora de ozono que cubre la Tierra se adelgaza demasiado, la radiación de los

rayos ultravioleta libera moléculas de cloro por la producción de CFC (clorofluorocarbonos), que son liberados a la atmósfera y se descomponen. Estas moléculas destruyen a las moléculas de ozono y aumenta el cáncer de la piel, por lo que también en estos años se llega a un acuerdo internacional para limitar sus emanaciones y en algunos países, incluso a prohibirlos completamente.

Por otra parte, la Reunión Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, instaura una preocupación mundial por los límites de los recursos naturales y por la contaminación y degradación del ambiente. La conclusión de esta Cumbre se proclama con un llamado para que en adelante, las decisiones de los gobernantes, ejecutivos y empresarios garanticen la sustentabilidad de los recursos del mundo para las generaciones futuras.

La nueva visión de mercado, aunada al interés de preservar las condiciones ambientales, invita a las empresas a buscar alternativas que contaminen lo menos posible, obteniendo una ventaja económica competitiva y sin que las nuevas iniciativas vayan en su detrimento.

A continuación se mencionan algunas características de las organizaciones que representan los modelos de visión económica con la incorporación de aspectos ambientales, las empresas verdes y finalmente, el modelo del desarrollo sostenible.

TENDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES Y SU ADMINISTRACIÓN CON UN ENFOQUE MEDIO AMBIENTAL

Ante los magnos problemas de la conservación de la biodiversidad, la escasez de agua, la población en crecimiento y la producción y abastecimiento de los alimentos, el mercado de explotación para bienes,

servicios y tecnologías “verdes” crece a gran velocidad. En las zonas más desarrolladas de todo el mundo se adoptan normas reguladoras más estrictas porque la expansión industrial y el crecimiento económico afectan la calidad del ambiente. Se estima que el gasto para la protección ambiental en todo el mundo tiene una tasa de crecimiento de 6.7% al año hasta el 2000 (Richardson, 1993).²

Finalmente, en materia de política interna de las empresas con sus empleados, la jornada, los despidos, las prestaciones y reglas de trabajo, la motivación y el mando, caben también en el ámbito de la ética sostenible y la política social externa.

LA RACIONALIDAD AMBIENTAL Y LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES “VERDES”

Para hacer algunos análisis basados en la racionalidad ambiental, la prospectiva con modelos matemáticos permite simular escenarios futuros deseables para el desarrollo socioambiental. El excesivo optimismo del principio pronto llevó a comprender, por los resultados de la ONG el Club de Roma en su estudio *Los límites del crecimiento* (Meadows, 1973), cómo se entrelazan las tendencias en el crecimiento de la población y de la economía, del uso de energía, la contaminación y el agotamiento de recursos; y de acuerdo con este informe en un futuro llegaríamos a provocar una catástrofe ecológica (Mesarovic, 1975). Estudios posteriores en los capítulos del Club de Roma de América Latina y de México (Club de Roma, 1998) demostraron que los recursos naturales de América Latina eran muy vastos y podían impulsar el desarrollo socioambiental, pero hay que definir las necesidades básicas, las mejores formas para aprovechar los potenciales ecológicos y reorientar la riqueza de la diversidad del desarrollo social y económico. El Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) / Programa Internacional Geosfera-Biosfera

² Se espera un incremento de este porcentaje para apoyar la protección del ambiente; por lo que resultan importantes los esfuerzos que, como el de este estudio, den opciones para la generación de propuestas en este sentido.

(IGBP) tiene que simular la realidad físico-biológica integrando los procesos socioculturales a partir de la interdisciplinariedad.

Las organizaciones se vuelven verdes cuando pueden aplicar el desarrollo sostenible con decisiones conjuntas entre los grupos de interés que las componen. Las organizaciones pueden adoptar, cuando menos, cinco posiciones para ser más sensibles ante el ambiente (Freeman, 1995):

1. *La postura legal.* Implica obedecer todas las leyes, reglas y reglamentos sobre el ambiente, para su provecho. Por ejemplo, inventar una tecnología o proceso más eficiente que cumpla con las normas ambientales. Michael Porter (1996) señala que los países que cuentan con reglamentos ambientales estrictos producen empresas más competitivas en el contexto mundial porque se hacen más innovadoras para encontrar la manera de cumplir con las leyes estrictas, siendo competitivas ante las empresas que no están sujetas a tales normas.
2. *La postura del mercado.* Postura con la que las compañías responden a las preferencias ambientales de los clientes que requieren que los productos y los procesos de producción cumplan con ciertas normas ambientales, como productos reciclables o que estén hechos de material reciclado. Tal es el caso del papel, pues en lugar de usar pulpa nueva de los árboles de los bosques, que tardan muchísimo tiempo en remplazarse.
3. *La postura de los grupos de interés.* Va más allá de la del mercado, busca incluir a muchos grupos de interés para utilizar materiales reciclables para los empaques de productos de consumo y atraer a inversionistas que quieran invertir en compañías verdes.
4. *Políticas de producción, de reusar, reducir y reciclar.* Edgar Woolard,³ director general de Dupont, ha puesto atención a la inquietud de los grupos de interés por el ambiente con la políti-

ca de “contaminar lo menos posible”, en parte para cambiar la imagen que tiene Dupont de ser contaminante; además con la inversión en las nuevas tecnologías y procesos la compañía ahorró dinero.

5. *La postura del verde oscuro.* Algunas organizaciones postulan que se deben adoptar valores ambientales para vivir en forma más armónica con la naturaleza. Que no debemos explotar los recursos de la Tierra de manera no renovable y no sostenible; no tratar a los animales con crueldad ni usarlos para experimentos carentes de importancia y vivir de forma que se respete y sustente a la Tierra. Esta posición, se basa en la “ecología profunda”, de Arne Naess, el filósofo escandinavo.

El cambio de la contabilidad y los costos tradicionales por una contabilidad y costos sustentables, a favor de las organizaciones “verdes”, no son fáciles de conciliar, porque entre otros factores sociales y económicos, se dan muchas contradicciones y no son fáciles de resolver los problemas para redireccionar a las empresas hacia el desarrollo socioambiental.

Un ejemplo de este problema es el papel reciclado, que es ideal para las publicaciones pero que suele ser más caro para las editoriales, porque cuesta entre 15 y 20% más que el papel normal. Además, la falta de instalaciones y maquinaria adecuada para desentintar dicho papel incrementan los gastos. Se presenta una especie de círculo vicioso que demuestra que mientras no se pueda conseguir más papel reciclado con facilidad y más barato y no aumente la demanda de productos sostenibles, no aumentará la demanda de los productos que incorporen estos insumos.

Sin embargo, con el enfoque de las “empresas verdes”, sigue existiendo la tendencia a centrarse en el funcionamiento interno de una organización, ignorando la importancia de los nuevos intereses o las nuevas tendencias del ambiente externo. Es

3 Comentarios de Edgar Woolard en un discurso ante estudiantes de maestría en la Amos Tuck School, Dartmouth Collage, en el Simposio Halperin sobre ética, octubre de 1992.

una visión centrada en el ambiente ecológico de gran importancia y porque es el más observable, pero no enfoca los aspectos socioculturales ni las economías diferenciadas o limitadas, que deben ser tomadas en cuenta para llegar a un enfoque real de organización sostenible y que coadyuve al desarrollo sostenible de la humanidad y de la Tierra.

LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES BUSCAN SER SUSTENTABLES

En 1990 Maurice Strong, Secretario General de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, encabezó la formación de un consejo empresarial para el desarrollo sostenible. Se le había encargado la misión de encontrar la manera de que las empresas adoptaran el desarrollo sostenible como procedimiento normal de sus operaciones.

Paul Hawken (1993), empresario y autor, sugiere que las empresas no tienen otra alternativa que el aprendizaje organizacional de la sustentabilidad. En su vendido libro, *The Ecology of Commerce: A Declaration of Sustainability* (La ecología del comercio: declaración de sostenibilidad), argumenta que todo acto de comercio, todo trato o transacción mercantiles, contribuyen a destruir el ambiente. Es preciso que los negocios se conciban de otra manera, pero esto resulta imposible con nuestro actual pensamiento económico.

Una organización sostenible es aquella empresa capaz de generar resultados positivos desde un punto de vista económico, medioambiental y social. Para generar valor a largo plazo éstas deben crear productos y servicios que contribuyan al desarrollo sostenible y mejora de la calidad de vida de las comunidades a las que sirven y hacer un uso más racional de los recursos naturales. Una organización sustentable se distingue porque considera que la necesidad de avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible no es un aspecto superficial sino por el contrario, tiene profundas implicaciones en

la forma en que ha de concebir su visión y misión y la manera en cómo desarrollará su estrategia de negocio y por qué considera que su éxito competitivo y su propia supervivencia deben estar regidos por su contribución al desarrollo socioambiental con una organización sostenible.

La mayoría de las organizaciones que han incurrido en el cambio para cuidar el medio ambiente han tenido como principales impulsores las leyes nacionales, el ahorro de costos y la competencia, y lo han hecho más por obligación que por convicción, como resultado de una política corporativa. La necesidad de avanzar hacia un desarrollo socioambiental supone un reto pero también una fuente de ideas y oportunidades de innovar y generar valor para la empresa y la sociedad en su conjunto.

BENEFICIOS PARA LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES QUE ADOPTAN UN ENFOQUE SOCIOAMBIENTAL

Entre los beneficios más observables, se señalan los siguientes:

- **Abordar nuevos mercados:** Existe en la actualidad un potencial mercado creciente de productos y servicios con un enfoque más allá de la conservación ambiental hasta llegar a una visión compartida de desarrollo sostenible.
- **Reducción en los costos:** Este factor se debe a la reducción de desperdicios, el uso eficiente de la energía, la productividad de los recursos y hasta la prevención de la contaminación.
- **Mejor desempeño financiero:** La preocupación por el entorno y el mejor desempeño ambiental generan nuevos contratos e inversiones, nuevos mercados y la reducción de los costos por seguros y fianzas.
- **Ventajas financieras de la producción sostenible:** Abre nuevos nichos de mercado y contribuye a reducir impactos ambientales y desigualdades sociales con sus productos y servicios. Si las empresas de los países menos desarrollados y más habitados con mercado virgen poco explo-

tado invierten en este rubro, pueden obtener beneficios y fomentar el desarrollo económico, ecológico y social.

- **Mejor productividad:** Los trabajadores adquieren más responsabilidad y producen menores errores y defectos.
- **Retención de bienes:** Al retener o conservar el valor de los productos rentándolos en lugar de traspasarlos, se incrementan las ganancias; igual si se venden menos productos y se rediseñan partes que puedan removerse y utilizarse en otros equipos, reconstruyéndolos y utilizándolos en modelos más recientes.
- **Innovación:** Tanto las empresas como sus proveedores modernizan sus medidas ambientales en diseño y producción de bienes. En ocasiones se han logrado procesos más eficientes o productos completamente nuevos.
- **Estrategia de liderazgo:** Para las empresas pequeñas y medianas lograr liderazgo ante sus competidores resulta efectivo, ya que pequeños logros de innovación y en ocasiones, sólo un nuevo enfoque, les permiten incursionar y posicionarse competitivamente.

NUEVAS OPORTUNIDADES PARA ADMINISTRADORES DE ORGANIZACIONES SUSTENTABLES

Es necesario desarrollar planes de negocios para traer recursos financieros que faciliten el logro de un desarrollo socioambiental incluyente en lo económico, social y ecológico. De igual manera proteger a las comunidades para, a la vez, proteger los bosques, pues éstas han desarrollado una forma de vida en perfecta armonía con su hábitat. Su lucha por la subsistencia debe ser también la nuestra.

Hay una sorprendente riqueza genética que está aún por descubrirse y advertimos la necesidad de proteger todas las clases de bosques, plantas y animales, desarrollando viveros y áreas protegidas para la sostenibilidad de esas especies y aun recuperar la siembra en áreas donde se hayan perdido. También sería deseable plantar árboles en los trópicos húmedos, lo cual podría contrarrestar la acu-

mulación de CO² en la atmósfera global. Un millón de kilómetros cuadrados de este bosque puede absorber 1 000 millones de toneladas de carbono, es decir, costaría unos 80 000 millones de dólares a lo largo de una década; una pequeña inversión.

Por otra parte está emergiendo un ecoturismo más respetuoso, practicado por quienes desean simplemente caminar por los montes, ríos, selvas, bosques, etc., disfrutando de los beneficios relajantes y estimulantes que tales regiones pueden aportar al ser humano. Dicha rama ofrece grandes oportunidades y desarrollo de negocios sustentables en términos económicos, sociales y medioambientales.

De lo anterior se deduce que la importancia y urgencia que reviste el desarrollo socioambiental hoy día requiere de una nueva visión para la ciencia, la ingeniería y la administración con una dirección estratégica en las organizaciones, públicas, privadas y de la sociedad civil como las universidades; en este caso se trata de la máxima casa de estudios en México, la UNAM-Instituto de Ingeniería de Materiales y esta vez con un énfasis de la mayor actualidad y relevancia como es la nanotecnología y estudios avanzados sobre los materiales.

Como indicó el doctor Ricardo Vera Graziano en su trabajo recepcional para académico de la Ilustre y Benemérita Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, en la Academia Nacional de Desarrollo Socioambiental, en 2011: “Una empresa sustentable, es decir una organización o institución responsable, dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales, busca resultados financieros + sociales + ambientales o la línea del triple resultado, para lograr que sus procesos, productos y operaciones, produzcan beneficios medibles mediante indicadores en los resultados.”

De las empresas depende que adopten estrategias eficientes para alcanzar sus objetivos económicos con responsabilidad ecológica y social, ya que la humanidad enfrenta la mayor crisis para su conservación. Y son las empresas y organizaciones las que, con ceguera y ambición de obtener benefi-

cios a corto plazo, se abalanzan sobre el destino de la humanidad hacia una destrucción galopante si no se plantea con creatividad y compromiso una reorientación urgente para detener ciertas prácticas de explotación, uso y abuso de los recursos naturales a fin de garantizar condiciones aceptables para tener un mejor desarrollo y calidad de vida. En las empresas, resulta de la mayor importancia insistir en que asuman este enfoque, ya que en ellas, las políticas mundiales, regionales, nacionales y locales, toman un carácter operativo; en su seno se lleva a cabo la producción económica real de bienes y servicios; las empresas son agentes productores de contaminantes en el medio ambiente y afectan el equilibrio ecológico y social de manera concreta, pues generan la producción en más de 90% a nivel global. Dichas corporaciones representan el punto focal donde se puede y debe actuar ahora, una vez definidas las políticas mundiales desde las Cumbres de la Tierra, para la búsqueda de la sustentabilidad.

Es necesario generalizar esta visión y lograr que paulatinamente se incorporen nuevas teorías de la administración y organización para la sustentabilidad que relacionen el entorno y el contexto, a través de un proceso administrativo, interactivo y estratégico, que permita llegar hasta la parte nuclear de los planes de negocios para que las organizaciones coadyuven al desarrollo socioambiental en el quehacer cotidiano de las empresas. Para cubrir con responsabilidad ecológica, económica, social y ética la administración de las organizaciones para el desarrollo sostenible, el mundo actual demanda un cuidadoso análisis de los factores ecológicos, sociales, políticos, geográficos, económicos y tecnológicos para hacer frente a los cambios ambientales y realizar acciones directas e indirectas en el ambiente externo desde las organizaciones, con la transformación de los recursos naturales como materias primas en bienes y/o servicios.

Las organizaciones dependen de su entorno, intercambian recursos con el ambiente externo y con diversos grupos de interés quienes ejercen influencia en las actividades de la organización desde su posi-

ción y capacidad de decidir, ya sean dueños accionistas, proveedores, sindicatos, clientes, competidores, gobierno, instituciones bancarias o financieras, los defensores de los consumidores u otros grupos especiales como los políticos y los ambientalistas. Cada organización debe identificar y diferenciar a los distintos grupos de interés que influyen en ella para planear interactivamente y establecer la estrategia empresarial a seguir, ya que de una u otra forma pueden resultar afectados. En algunos casos se deberá negociar de manera colectiva, como es el caso de patrones y obreros acerca de los salarios, las condiciones de trabajo, etc., pero de manera sostenible.

Así pues, los factores económicos se deben estudiar en las organizaciones a través de indicadores para identificar las condiciones y tendencias generales de la economía, dichos factores pueden ser determinantes en las actividades de la organización empresarial a través de investigaciones para la sustentabilidad, a fin de poder tomar decisiones adecuadas con base en pronósticos, prospectiva, planeación y evaluación.

Los inversionistas y los mercados ya demandan fuertemente la incorporación de la sustentabilidad conocida como la Inversión Socialmente Responsable, que incorpora a las finanzas consideraciones sociales y medioambientales. Ya existen índices bursátiles como el Dow Jones Sustainability Index, el Index Arese (Agence de Rating Social et Environmental sur les Enterprises) y el Index FTSE4 Good (un *joint venture* entre The Financial y el London Stock Exchange). Solamente en la Unión Europea existen 251 fondos de inversión que incorporan criterios de sustentabilidad.

Un ejemplo de cómo las empresas realizan cambios sustanciales a partir de las opiniones de los grupos de interés es el caso de McDonald's, que al tomar en cuenta las críticas de los ambientalistas y de los consumidores genera su programa McReciclaje, con una inversión de 100 millones de dólares para comprar materiales reciclados para construir, remodelar y operar restaurantes; un ejemplo de los cambios hechos es el uso de la bolsa de poliestireno

en lugar de la de material reciclado. De acuerdo con los estudios realizados para responder a la expectativa de la alianza con el Fondo para la Protección del Ambiente, espera reducir la producción de basura 90 por ciento.

El Dow Jones Sustainability Group Index (DJSI), como el patrón objetivo en la conformación de “portafolios sustentables”, busca demostrar los beneficios financieros derivados del comportamiento empresarial sostenible. El índice está formado por más de 300 compañías en 23 países diferentes que cumplen determinados criterios de responsabilidad social y ambiental. Este índice ha obtenido una rentabilidad ligeramente superior al Morgan Stanley Capital International (MSCI) Global. Sus administradores manejan cerca de seis mil millones de euros en fondos, certificados y cuentas basadas en este índice.

A corto plazo las empresas tendrían que invertir una fuerte cantidad de recursos para adecuar su estructura y métodos productivos, pero con el tiempo lograrían ahorros significativos: una empresa que utiliza productos tóxicos como materias primas y vierte sus desechos en ríos, mares, etc., en lugar de ahorrar puede tener pérdidas por las multas que le imponga el gobierno, el aumento de las primas del seguro social por las enfermedades constantes de sus empleados o incluso la disminución de las ventas por el desprecio de los clientes hacia sus productos.

Factores sociales como la demografía, la forma de vida y los valores, están influyendo en la organización desde el ambiente externo. Según Fahey y Narayanan (1986), las formas de vida son “la manifestación externa de las actitudes y los valores de las personas”. En decenios recientes, el cambio, y no la estabilidad, ha sido la característica del estilo de vida. Las personas quizá tengan que equilibrar roles y valores contrapuestos cuando trabajan en una organización que cuida de alguna manera el ambiente porque usan sus productos o se apegan a los lineamientos de la compañía, o simplemente porque viven y crían a sus familias cerca de ella. Las relaciones entre diversos intereses, son cosa frecuente.

Las organizaciones deben estar conscientes de que en años recientes, los cambios de los valores sociales tienden cada vez más a demandar la igualdad de oportunidades y la reglamentación de la industria, la evaluación de los costos y los beneficios de la tecnología nueva, así como a crear sistemas de ayuda para los enfermos graves. Han aumentado las expectativas económicas y sociales de los consumidores, las mujeres y las minorías, así como las expectativas de vida y envejecimiento.

Igualmente se tienen que considerar los factores que pueden influir en las actividades de la organización como consecuencia de los procesos o el clima político, así como aquellos relacionados con el desarrollo de productos o procesos nuevos y los adelantos científicos y tecnológicos, que pueden afectar las actividades de la organización a favor de la sustentabilidad. Por ejemplo, a partir de 1970-1980, en Estados Unidos obligaron a las empresas a reexaminar la responsabilidad social por el aumento de precios de los energéticos y por el gasto que ocasionaba cumplir con las leyes para disminuir la contaminación, así como la inflación, la deuda nacional de la Guerra de Vietnam, los programas de la Gran Sociedad de la década de 1960 y el cambio de la balanza comercial.

Las empresas, en lugar de tratar específicamente de determinar su responsabilidad social deben actuar con responsabilidad organizacional en los aspectos sociales, ecológicos y económicos y asimilar este proceso como un bien para la comunidad y para su provecho. El gobierno, por su parte, debe analizar y plantear cómo tiene que actuar para regular el mercado.

TEORÍAS DE LA ORGANIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN ESTRATÉGICA CON UN ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL SOCIAL

Las teorías de la organización empresarial y su administración pertenecen a la rama de las ciencias sociales y económicas, pero éstas serán mencionadas de manera secundaria, ya que los temas de la

crisis, la racionalidad ambiental y el desarrollo sustentable, han sido ampliamente tratados por estas ciencias en el libro anterior y en este, razón por la que en este capítulo usaremos como referencia los aspectos de mayor incidencia.

En el paradigma de la cuestión renovable en las ciencias socioambientales es imperativo construir una filosofía social, medioambiental y económica, de sustentabilidad para transitar hacia un nuevo orden social guiado por los principios de racionalidad ambiental y dar cabida a que las organizaciones empresariales y su administración generen propuestas para apoyar la conservación del medio ambiente. La investigación transdisciplinaria podrá aportar nuevas estrategias de desarrollo socioambiental con la intención de disolver la contradicción a partir de la diferencia y la alternativa.

Las externalidades económicas y la distribución ecológica representan la manera de conciliar la economía ecológica y la ecología política a partir de una racionalidad económica encaminada hacia una racionalidad ambiental para el desarrollo socioambiental. La problemática del manejo de desechos contaminantes no sólo se refiere a la capacidad de confinamiento, absorción y dilución de los mismos, que ya afectan un espacio ambiental, sino a generar una deuda ecológica que podría saldarse con una distribución más equitativa de los costos y potenciales ecológicos o compensarse de manera tributaria y fiscal ecológica. El instrumento más adecuado para conseguir que los precios reflejen la realidad ecológica es una reforma ecológica de los impuestos. Subir lenta, pero constantemente, hay que reducir los impuestos sobre el trabajo personal, sobre el valor añadido y sobre los beneficios empresariales. Como lo señala Ernst Von Weizsäcker.

El proceso del desarrollo socioambiental ha establecido nuevos indicadores contables, de costos, bursátiles y micro y macroeconómicos transdisciplinarios, para que los valores y significaciones sociales sirvan para valorar los procesos naturales y la calidad de vida.

El desarrollo socioambiental requiere de la productividad del capital, del trabajo y los avances científico-tecnológicos, basada en procesos ecológicos según las regiones y sus valores culturales, para incorporar formas de trabajo más satisfactorias, con beneficios en sus condiciones y su calidad de vida a corto, mediano y largo plazo.

Es fundamental negociar con los bonos de carbono una compensación por los daños causados por el impacto ecológico o aceptar una distribución de los beneficios del mercadeo de la naturaleza, tanto a nivel empresarial como gubernamental para que a partir de la racionalidad económica y tecnológica, entre todos los actores sociales, se generalicen las prácticas sustentables. Las economías locales sostenibles deben articularse estratégicamente en los negocios internacionales de la economía de mercado hacia la sustentabilidad global. Con una visión de negocios, la ciencia y la tecnología moderna se pueden conjugar con prácticas tradicionales de producción. La gestión ambiental requiere una estructura, regulación y funcionamiento de los procesos económicos con normas ecológicas para evaluar el impacto ambiental, así como instrumentos económicos para valorar los recursos naturales.

Salvar a la Tierra tiene que ser una tarea compartida por todos, las organizaciones, industria, gobiernos y sus administradores deben incluir el coste de no contaminar en el precio de sus productos y servicios. ¿Actuaremos como administradores responsables de los numerosos organismos que comparten la Tierra con nosotros? Tomemos en cuenta que el componente esencial de una organización responsable es una ideología que no sólo esté orientada al crecimiento económico, sino que busque información sobre la biodiversidad y se esfuerce por comprenderla, que sepa usar dichos datos y ponga en práctica acciones para salvaguardarla tanto para sus fines como para futuras generaciones. Sin embargo, en la realidad hay un enorme flujo de millones de dólares de los países pobres que se mueren de hambre hacia el rico norte industrializado. La administración ecológica y la justicia social deben ir de la mano.

El objetivo de un desarrollo conjunto y equilibrado debe ser una simbiosis práctica y racional: aprender a vivir en interdependencia con el resto de los seres vivos sobre la Tierra. Debemos aclarar que la visión de los defensores del desarrollo sustentable no está en contra de la tecnología, es sólo que muchas veces el uso que hacemos de ella es irracional, pues ignoramos su repercusión en el medio ambiente y esto debe corregirse para que la tecnología cumpla su papel en el progreso de la humanidad.

La sustentabilidad es un tema recurrente en las ciencias de la Tierra y en las áreas sociales y económicas, pero que aún no ha trascendido lo suficiente en la ciencia administrativa. Dentro de algunas corrientes y enfoques teóricos comienzan a incorporarse algunas facetas del medio ambiente con aspectos ecológicos y algunos de tipo social, político, ético y de calidad de vida, pero de una manera aislada, sin interrelación entre los elementos de la administración seleccionados para indagar si la planeación estratégica, el plan de negocios y los estudios sobre la organización, incluyen ya esta preocupación. De igual manera, a lo largo de este estudio se detectó que la sustentabilidad es virtualmente ignorada en las teorías de la organización y la administración, las ideas sobre la conservación de la Tierra y su biodiversidad no están contempladas en su filosofía o valores, aunque algunos especialistas consideran que las empresas se están empezando a preocupar por la ecología gracias a los cambios impuestos por las leyes y reglamentos de no contaminación.

La investigación transdisciplinaria de este estudio teórico-conceptual y contextual, determinó que hace falta relacionar el tema de la sustentabilidad con la planeación estratégica y el plan de negocios de las empresas en la teoría de la administración y la organización. Pero de igual modo, también se observó que la planeación estratégica ha evolucionado en su enfoque, se puede decir que la visión ha cambiado: de la organización buscando su adaptación al medio ambiente, según el análisis estructural de los sectores de las cinco fuerzas competitivas (Porter, 1991), al enfoque de la transformación del entrono

mediante una organización capaz de administrarlo; es decir que la organización puede aprender a innovar este ambiente según los enfoques más recientes de la planeación estratégica (Mintzberg, 1998). Actualmente hay estrategias sustentables con efectos en el diseño de indicadores de control y evaluación en el BSC. Dentro de la lógica de la competencia cooperativa es posible pensar en el cuidado, adaptación y transformación del medio ambiente, en el ámbito social, político y económico. El planteamiento y búsqueda del desarrollo socioambiental cuestiona a las ciencias y a la tecnología y promueve fortalecer el enfoque interdisciplinario, más aún, el trabajo transdisciplinario para dar solución a los problemas de la complejidad y discontinuidad.

Las organizaciones, sin embargo, sufren de un rezago en la incorporación de prácticas sustentables. La cultura organizacional adolece tradicionalmente de este enfoque y resulta urgente que las instituciones cuenten con paradigmas, modelos, esquemas, procesos, etc., que garanticen su incidencia responsable en el medio ambiente.

La administración, dada su naturaleza, se caracteriza por tener un enfoque inter y transdisciplinario; y para los docentes e investigadores de esta ciencia, la sustentabilidad representa un reto para que a través de la toma de decisiones las empresas ejerzan con mayor conciencia y responsabilidad los diversos procesos productivos y sociales a fin de generalizar estrategias y prácticas competitivamente sustentables y para la vida. Así, con la racionalidad ambiental, con una administración orientada hacia la sustentabilidad, se puede organizar la producción basada en el potencial productivo de la naturaleza, la ciencia y la tecnología modernas aprovechando las diversas relaciones entre los seres humanos y la naturaleza. Para la economía y la administración, la protección ecológica y la búsqueda de la sustentabilidad implica un costo. Se necesitan nuevas teorías y modelos, como el que se presenta en este trabajo, para contribuir en los niveles macro y micro, capaces de orientar el desarrollo socioambiental y las políticas ambientales, desde todos los ángulos.

LA ENSEÑANZA DE LAS TEORÍAS SOBRE ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL Y DIRECCIÓN ESTRATÉGICA CON ENFOQUE SUSTENTABLE DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En el proceso de aprendizaje basado en el modelo constructivista, donde el alumno previamente tiene un conocimiento, cierta experiencia y actitud con respecto a las complejas problemáticas sociales, económicas y medioambientales, el docente actuará en dos tiempos: en el primero, acercará al estudiante a las diferentes teorías a través de un método lógico de preguntas y respuestas para tener una idea uniforme del abordaje; en un segundo momento, los casos de estudio estimularán el desarrollo de proyectos hacia un enfoque sustentable de la organización y su administración.

El mapa que se presenta a continuación fue antecedente para la etapa expositiva del docente, contiene un primer nivel teórico, cuyo objetivo es que los estudiantes fortalezcan sus habilidades de investigación documental, exploratoria y de campo. Si se trata de estudiantes de licenciatura o maestría, más adelante desarrollarán un segundo y tercer nivel del mapa acudiendo a bibliotecas formales, electrónicas, conferencias en Universum, visitas a las áreas ecológicas de Ciudad Universitaria en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por ejemplo, o ubicaciones en el Valle de México e interior de la República Mexicana, como en otras ocasiones. Al poner en práctica dicho esquema, el grupo de estudiantes que lo llevó a cabo, se dividió en equipos una vez de regreso al aula. Los equipos sostuvieron discusiones críticas y generaron una serie de ensayos con los cuales adquirieron la comprensión de la crisis y racionalidad ambiental, el desarrollo socioambiental y el saber ambiental.

A continuación se presenta un esquema no resuelto que el investigador propuso a los alumnos

para ubicar la sustentabilidad en el contexto del desarrollo de la teoría de la administración y la organización sostenibles. El profesor deseaba orientar la faceta de la investigación transdisciplinaria de la búsqueda de la información en un proceso documental y exploratorio. Al mostrar los mapas conceptuales (Novak, 2004) aquí presentados en el aula y después de la lectura de los textos consultados, los estudiantes, en el proceso de la crítica, identificaron un importante aspecto no mencionado sobre la destrucción del medio ambiente: las formas de una economía que no garantizan el desarrollo de las generaciones futuras, el deterioro de las condiciones de vida de la sociedad y la falta de aprovechamiento y respeto de las culturas.

Estos aspectos de lo “no dicho” (Novak, 2004) por ningún autor consultado sirvieron de base para identificar un nuevo tema a tratar en futuras investigaciones documentales y exploratorias, pues se encontró que existen escasas referencias explícitas sobre el problema ecológico. Lo más deseable, con el uso de la metodología propuesta en *Mayéutica Actualizada* (Mayac), se alcanza cuando se logra identificar lo “no dicho”⁴ por los diversos autores, lo que apunta el inicio para un tema nuevo de investigación.

El lector atento puede observar que la forma de interpretar las teorías de la administración y la organización no es definitiva, ya que la crítica constructivista con la participación-acción del docente y de los estudiantes es un proceso circular y transdisciplinario y se muestra un acercamiento cada vez mayor a lo “no dicho”, a la vez que se trata de proponer ideas innovadoras y creativas sobre las teorías.

Aplicando el método de casos, durante el desarrollo de los cursos se estimula a los estudiantes a acceder a otras fuentes de información para que a la vez su estudio genere otros casos y se piense en empresas con posibilidades de ser desarrolla-

4 De la teoría psicológica cognitiva del aprendizaje de Ausubel.

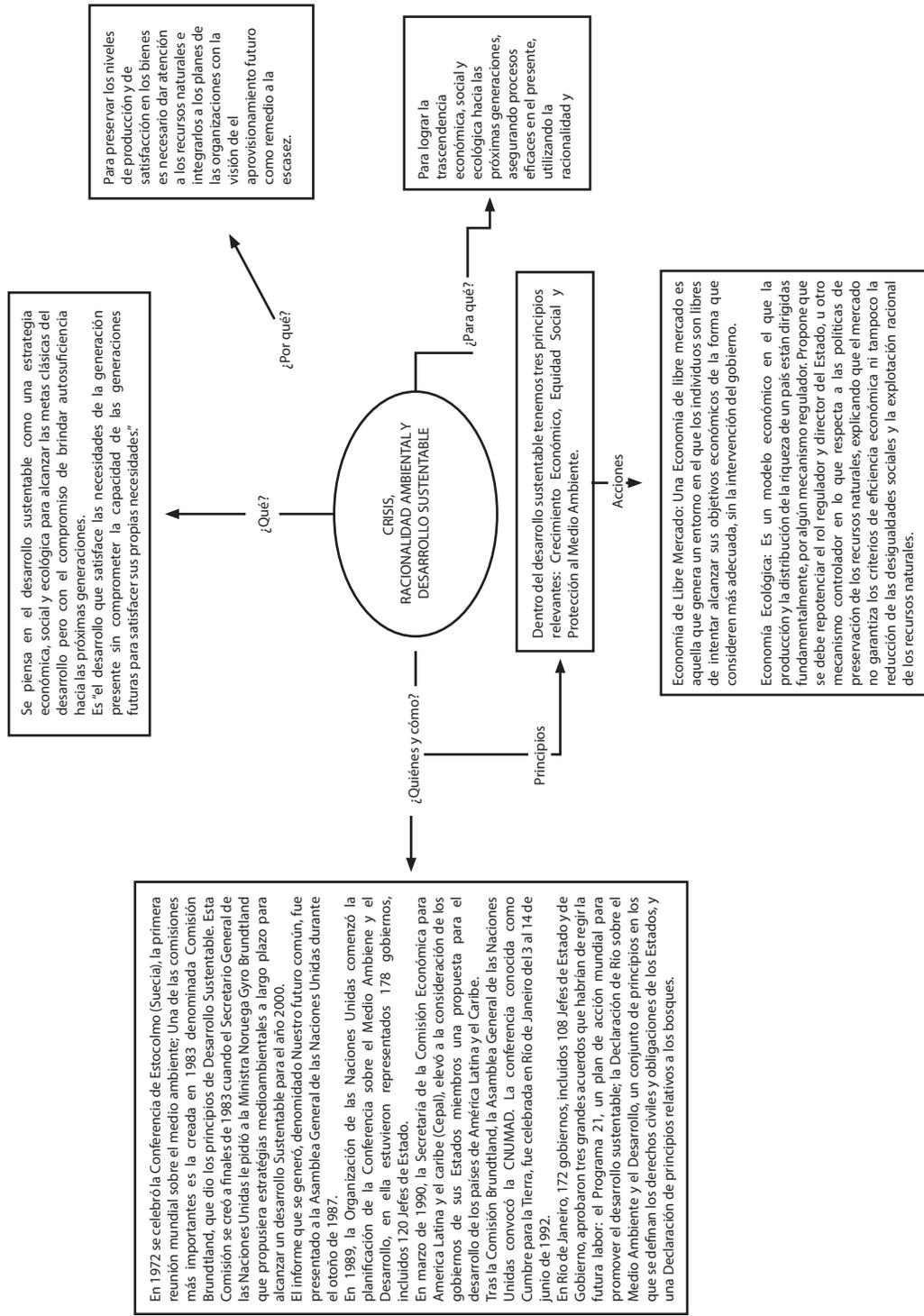
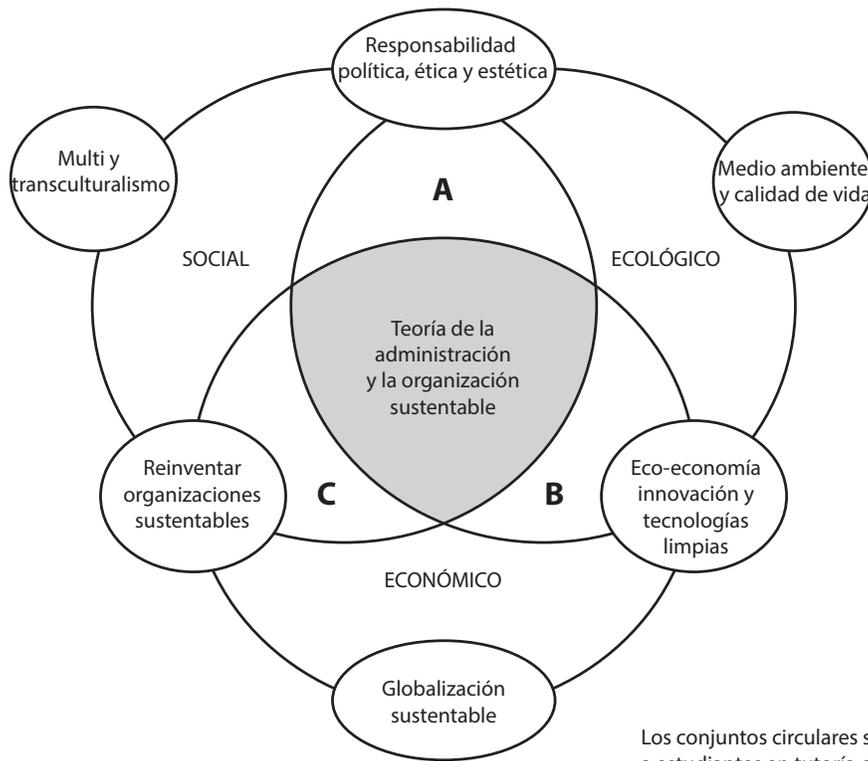


Figura 2. Crisis, racionalidad y desarrollo socioambiental.
Fuente: Elaboración propia.





Los conjuntos circulares son investigaciones asignadas a estudiantes en tutoría con el autor A, B y C, son áreas para futuras investigaciones.

Figura 3. Modelo del paradigma de la sostenibilidad para la administración y la organización sustentable.

Fuente: Manzanilla, L., *Construyendo la teoría de la administración y un enfoque para el desarrollo socioambiental*, México, 2004.

das en México, como ejemplo, se analiza la revista *Newsweek* del mes de enero de 2006, que menciona a diez compañías *ecoamigables*, éstas son:

- Hydrogenics: Controla el hidrógeno. Crea mercados para tecnología de celdas de combustible, donde los residuos resultantes producen agua.
- Miaoslé: Desarrolla nuevas formas adicionales al silicón, para capturar los rayos del sol y crear energía.
- Svenka Biogas: Crea combustible de residuos de maíz y de vísceras de animales para locomotora.
- STM Power: Minimiza los humos de combustión, un giro moderno en el motor *Stirling* para Ford.
- Farsighted Group: Utiliza tecnología local para formar el mayor mercado mundial para la energía eólica.
- PowerLight: Fabrican sistemas de energía solar redituables para propietarios particulares, empresas y gobiernos.

- SunPower Corp: Su tecnología de paneles solares es muy eficiente y su apariencia es mejor para los hogares.
- Converge Inc.: Su tecnología reduce el uso de energía y ahorra dinero a los clientes de servicios públicos.

En México los alumnos pueden acudir a las exposiciones Enviro-Pro y Green-Expo entre muchas otras alternativas para identificar soluciones factibles y viables financieramente y que anualmente se celebra. Visitar estas muestras hace que los interesados entren en contacto directo con nuevas tecnologías y se den cuenta de que hay propuestas perfectamente rentables e innovadoras, los alumnos generan ideas básicas y datos duros para el desarrollo de sus proyectos finales y de graduación en varios casos, creando así un vínculo entre teoría y práctica.

En un siguiente libro se presentará el modelo denominado Proceso Interactivo Estratégico de Negocios para la Sustentabilidad (Pienso), de dirección estratégica, este nuevo modelo para la administración permite al administrador incorporar un enfoque en la complejidad y discontinuidad organizacional y de responsabilidad ética con el medio ambiente en búsqueda de organizaciones sostenibles que coadyuven al desarrollo sostenible de la humanidad en la Tierra.

CONCLUSIÓN

La ética en la organización y su administración es indispensable para el desarrollo socioambiental de la organización. La filosofía de la naturaleza y una ética y estética ambiental, dan surgimiento a *ecofías* que van desde la ecología profunda y el biocentrismo que defiende la vida ante la intervención antropocéntrica en la naturaleza, hasta la ecología social, los principios de autonomía, convivencia, so-

lidad, integración y creatividad, en armonía con la naturaleza.

La sustentabilidad sugiere traducir el concepto de ambiente y el pensamiento de la complejidad en la formación de nuevas mentalidades, La ética de la existencia en sus bases naturales, aporta nuevos valores y principios generales asimilados por las orientaciones y contenidos pedagógicos de planes y programas educativos, para lo que resulta muy útil un método transdisciplinario como el propuesto en este estudio de la Mayéutica Actualizada Mayac, donde conocimientos y comportamientos se interrelacionan para enfocar adecuadamente el desarrollo socioambiental en sus aspectos económicos, ecológicos y sociales. “Todavía podemos elegir hacia la ruina. Pero, si eludimos nuestra responsabilidad y no tomamos ninguna decisión, nuestro camino, y el de toda la humanidad, nos será impuesto”.⁵ La sabiduría ambiental sustentable es resultado de una filosofía humanista, una visión centrada en el hombre. Hay que reconocer que la humanidad es sólo una parte del medio ambiente, debemos comenzar determinando la capacidad de cada territorio, aceptando que la biosfera no reconoce fronteras establecidas por los hombres. Nikolai Vorontsov opina que en un futuro la visión biocéntrica será inevitable.⁶

FUENTES CONSULTADAS

- Bachelard, G. (1938-1948). *La información del espíritu científico*, Siglo XXI, México.
- Baudrillard, J. (1973). *L'échange symbolique et la mort*, París, Gallimard.
- Blancha, A. (1981). “Una sociedad a la medida del hombre: horizonte utópico-crítico”, *La calidad de vida en el proceso de humanización*, Editorial Medio Ambiente, Madrid.
- Boisot, M. (1975). “Disciplina e interdisciplinariedad” en *Aposte*, pp. 99-109.

5 David Macaulay, enseña ilustración en la escuela de dibujo de Rhode Island. Desde 1973 ha creado libros como *Cathedral* y *The Way Things Work*.

6 Nikolai Vorontsov era presidente del Comité Estatal de la URSS para la Conservación de la Naturaleza.

- Carson, Rachel (2002). *Silent Spring*, Houghton Mifflin Company, Nueva York.
- Carvalho, I. (1998). "Las transformaciones de la cultura y el debate ecológico: desafíos políticos para la educación ambiental", *Formación ambiental*, vol. 2, núm. 22, PNUMA, México.
- Club de Roma (1998). *Capítulo México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- CMMAD (1988). *Nuestro Futuro Común*, Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo/ Alianza Editorial, Madrid.
- Fahey, L. y Narayanan, V. K. (1986). *Organizational beliefs and strategic adaptation*, Proceedings of the Academy of Management Conference, Chicago.
- Freeman, E., Pierce, J. & Dodd, R. (1995). *Shades of Green: Business Ethics and the Environment*, Oxford University Press, Nueva York.
- Freire, P., (1969). *La educación como práctica de la libertad*, Siglo XXI, México.
- _____ (1970). *Pedagogía del oprimido*, Siglo XXI, México.
- Friedman, Milton y Friedman, Rose (1980). *Free to Choose*, Harcourt Barce Jovanovich, Nueva York.
- Friedman, Milton (1963). *Capitalism and Freedom*, University of Chicago Press, Chicago, p. 133;
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1993). *Epistemología política, ciencia con la gente*, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- García, N. (1990). *Culturas híbridas: estrategias para entrar y salir de la modernidad*, Grijalbo, México.
- _____ (1994). "Complejidad e interdisciplinarietà", en: Enrique Leff, *Ciencias sociales y su formación ambiental*, Gedisa/UNAM/PNUMA, Barcelona.
- _____ (1986). "Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos", en: Enrique Leff, México.
- Gross, H. (1980). "El derecho de todos los seres humanos a beneficiarse del patrimonio común de la humanidad", en: ponencia ante Coloquio sobre los Nuevos Derechos Humanos: Los derechos de la solidaridad, UNESCO, México, 12 a 15 de agosto.
- Hawken, Paul (1993). "The Ecology of Commerce: A declaration of Sustainability", Harper Business, Nueva York.
- Hogan, D. (1989). *População e meio ambiente*, Textos NEPO, núm. 16, Núcleo de Estudos de População, Universidade Estadual de Campinas.
- Leff, E. (1977). "Etnobotánica, biosociología y ecodesarrollo", *Nueva Antropología*, núm. 6, México.
- _____ (1986). "Ambiente y articulación de ciencias", en: Enrique Leff, *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, México, pp. 72-125.
- _____ (1992). "Cultura Democrática, gestión ambiental y Desarrollo socioambiental en América Latina", *Ecología Política*, núm. 4, ICARIO, Barcelona, pp. 47-55.
- _____ (1993). "La dimensión cultural del manejo integrado, sustentable y sostenido de los recursos naturales", en: Enrique Leff y J. Carabias, *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*, núm. 4, CIIH/UNAM/Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 55-88.
- _____ (1996). "La insoportable levedad de la globalización. La capitalización de la naturaleza y las estrategias fatales de la sustentabilidad", *Revista Universidad de Guadalajara*, núm. 6, México.
- _____ (1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa/UNAM/PNUMA, Barcelona.
- Liam Fahey y V. K. Narayanan (1986). *Macroenvironmental Analysis for Strategic Management*, West Publishing Company.
- Livesay (1987). "McDonald's and the Environment", p. 6, citando a "McDonald's Combines a Dead Man's Advice with Lively Strategy", *The Wall Street Journal*, 18 de diciembre de 1987, p. 12.
- Manzanilla, L. y Pienso (2004). *Proceso interactivo estratégico de negocios para la sustentabilidad*, FCA/UNAM, México.
- Meadows, D. (1973). *Club de Roma: Los límites del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Mesarovic, M. y Pestel, E. (1975). *Segundo informe del Club de Roma: La humanidad en la encrucijada*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Mintzberg, H.; Brian Quinn, J.; Voyer, J. (1997). *El proceso estratégico*, Prentice Hall, México.
- Morin, E. (1993). *Introducción al pensamiento de la complejidad*, Gedisa, Barcelona.
- Naar, J. (1990). *Design for a Livable Planet*, Harper and Row, Nueva York.
- Newsweek (2006). “Diez compañías eco-amigables”, Revista en español, 9 de enero, pp. 38-45.
- Novak, Joseph (2004). *Gaceta universitaria*, Universidad de Navarra, España.
- Porrit, J. (1991). *Salvemos a la Tierra*, Aguilar, Madrid.
- Porter, Michael (1996). *La ventaja competitiva de las naciones*, Diana, México.
- Porto, C.W. (1997). “Movimiento social como mediador entre a cultura e o dreito: O caso do movimento dos seringueiros da Amazônia Brasileira e sua proposta de reserva extrativista”, en *IV Foro del Ajusco*, México, PNUMA/Colegio de México, noviembre.
- Redclift, M. (1987/1992). *Sustainable Development: Exploring the Contradictions*, Routledge, Londres/Nueva York.
- Richardson, Camille (1993). “19 U.S. Agencies Help Exporters Compete for Environmental Markets in Asia”, Business America. (Schmidheiny, 1992).
- Schumacher, E. (1973). *Small is beautiful. Economics as if people mattered*, Harper & Row, Nueva York.
- UNESCO/PNUMA (1980). “La educación ambiental: las grandes orientaciones de la conferencia de Tbilisi”, en conferencia, París.
- Villoro, L. (1982). *Creer, saber, conocer*, Siglo XXI, México.





La ocupación social del espacio. Reconfiguración de ciudades-región en la cuenca del Río Zahuapan, estado de Tlaxcala

12

Rolando Reynoso Pérez
María Concepción Martínez Rodríguez
Miguel Alvarado Cardona

INTRODUCCIÓN

La crisis económica mundial que últimamente ha influido en diferentes regiones, también ha permeado al proceso de urbanización en la región de la cuenca del río Zahuapan, estado de Tlaxcala; México. El desenvolvimiento de la región particularmente en el contexto de la fase actual de la globalización, no corresponde a las necesidades sociales, ni a las condiciones naturales específicas.

La Cuenca del Río Zahuapan (véase figura 1) se ubica en el corredor del centro, en dirección de norte a sur del estado de Tlaxcala, abarca 41 de los 60 municipios del estado, el cual tiene una población de 734 891 habitantes que para 2005 representaban 68.79% del total, es decir, las dos terceras partes del total de la población estatal estimada en 1 068 207 habitantes; que significaban 1.0% de los 103.3 millones de habitantes del país en ese año (INEGI, 2005).

La cuenca del Río Atoyac (18, A) que da origen al Río Balsas dentro del estado de Tlaxcala, se forma a partir de los escurrimientos que bajan por la vertiente norte del Iztaccíhuatl desde una altitud de 4 000 msnm, en los límites de los estados de México y Puebla; y el Río Zahuapan (18, A1) es la prin-

cipal corriente de Tlaxcala. (México > Información Geográfica > Mapa con Regiones Hidrológicas).

Ahora bien, también es necesario señalar de manera breve el marco teórico de referencia que sustenta al estudio, a qué se refiere y cómo se ha dado; asimismo los antecedentes y el objetivo general del trabajo. Es en ese entendido que los elementos teórico-conceptuales de la ocupación social del espacio (Lipietz, 1976: 64) del proceso de urbanización trabajado en el contexto del desarrollo regional contemporáneo, comprenden entre otros, a elementos, conceptos y categorías de la idiosincrasia cultural de las comunidades, de sus relaciones sociales de producción, de la formación y crecimiento de los asentamientos humanos existentes en la región, —expresados como la relación de un complejo sistema de centros de población y a su vez, como un sistema de localidades y ciudades, correlacionadas entre sí, que le dan forma, materia y contenido, a las estructuras territoriales—, a la urbanización capitalista (Harvey, 2007: 81) y a la teoría del desarrollo-subdesarrollo (Sunkel, 1981: 49), en tanto teoría de la dependencia a través de “centros-periferias” y de otros elementos más en la materia, que bien podrían





Figura 1. Mapa de localización de municipios que integran el área de estudio de la cuenca del Río Zahuapan, en Tlaxcala, México.

incluirse en otro momento para otros estudios especializados. En el mismo sentido, el sociólogo Maya reflexiona acerca de la ocupación social del espacio en cuanto a que:

La ocupación social del espacio, en el contexto histórico ambiental, significa una manera de entender el análisis que tenga en cuenta la relación de la sociedad con los sistemas físico-bióticos que la sustentan. Lo ambiental es, en consecuencia, “un espacio”, al mismo tiempo óntico y epistemológico, en donde confluyen lo “social” y lo “natural” y, por tanto, las ciencias sociales y naturales. Un espacio óntico, es decir, “un espacio de la realidad natural” modificada por la actividad social, y “un espacio epistemológico” que exige la influencia de las diferentes disciplinas para comprender las determinaciones correspondientes biunívocas entre la relación que existe de lo natural y lo social. El problema ambiental es una crisis del sistema natural en su conjunto, que se debe a la modalidad específica de adaptación instrumental en la que se concluye la evolución biológica. No es, si no la crisis de la especie humana en sus formas de adaptación al medio.

Algunos otros estudios sobre la región conceptualizan el espacio en sí (semántica y tiempo) y el espacio diferenciado (semiótica y contenido de relaciones sociales y económicas). Luego entonces, cabe hacernos la siguiente pregunta: ¿Qué es el espacio? Lipietz dice que: “la concepción empirista del espacio aborda a la geografía ‘humana’ y las dos ramas de la ciencia económica dominante: la economía regional y la teoría de la localización”. Los geógrafos opinan que son “regiones” y “países”. Vidal de la Blanche dice que es la “personalidad de la región”, datos de la naturaleza y de la historia, y no una construcción del geógrafo, resultado de sus propios razonamientos (Yves Lacoste). Tampoco hay progreso con la nueva geografía cuantitativa anglosajona, que se empeña en cuantificar la descripción y olvida “reflexionar para medir y no medir para reflexionar” (Bachelard).

Por su parte, los economistas dicen que es un continente en el que se inscriben objetos. Los teóricos

de la “economía espacial” o regional (de Lösh a Von Thunen y Alonso), “aprehenden” la dimensión espacial de los problemas económicos de dos maneras:

Partiendo de las teorías económicas generales y desmenuzando sus objetos en sub objetos regionales.

Y considerando el espacio euclidiano en dos dimensiones se entiende que es la “superficie” que se consume pero no se produce, (es la óptica de la formación de la teoría de la renta (Topalov) en economía espacial (el caso de Alonso).

En el primer caso, la delimitación del espacio económico es algo “dado” y cada país, ciudad o región, se reduce entonces a una “personalidad” empíricamente medible. En el segundo caso, la delimitación no está dada y la teoría intenta explicarla.

Dado el análisis anterior de lo comentado y tomando en consideración el primer caso, entonces este trabajo se define por estudiar solamente en esta ocasión la forma de ocupación social del espacio en la región de la cuenca del río Zahuapan, a través del proceso de urbanización contemporáneo vigente en la región apoyándose en el análisis de la población en sí, la vivienda y el suelo urbano, como los principales ejes rectores de los elementos que se estructuran como a una totalidad en movimiento y que se despliega según los determinados contextos históricos y contextos situados que permanentemente la van reconfigurando en el espacio y en el tiempo.

El objetivo general de este ensayo se orientó con el estudio de caso, en cuanto a cómo es que el actual proceso de urbanización capitalista ha direccionado las diferentes formas de ocupación social del espacio en las ciudades región de Apizaco y Tlaxcala, principalmente. Asimismo, se procuró generar un documento que incorporara el análisis de los elementos más importantes en la materia, a fin de que permitiera a los funcionarios en turno de las dependencias gubernamentales, la toma de decisiones para un mejor funcionamiento sustentable de la zona de estudio.

En este análisis destacan algunos procesos que dieron razón de la ocupación social del espacio (en adelante nos referiremos a este concepto como OSE), (Lipietz, 1976); entendiéndose ésta, como la misma ocupación social-económica, política e ideológica y finalmente, la cultural e históricamente determinada (Arana, 1998). En razón de ello, se hizo necesario evidenciar si es que ¿es el actual proceso de urbanización capitalista (Harvey, 2007) contemporáneo vigente, el que direcciona las diferentes formas de ocupación social del espacio? o bien, ¿sí es que los fenómenos son los clásicos de la teoría de la aglomeración (Mendoza y Díaz-Bautista, 2006) la que condiciona los diferentes procesos de la ocupación social del espacio en esa región?

METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló con un grupo de profesionistas interdisciplinarios en el que se llevaron a cabo gestiones de vinculación interinstitucional con las respectivas instancias de gobierno, estatales y municipales; realizándose recorridos de campo por la zona de estudio. También se realizaron entrevistas con personal de los sectores gubernamental, comercial, industrial y empresarial, así como con la población civil en general; aunado a la captura de datos e información de los elementos involucrados como indicadores tanto del medio social como del medio económico. Al mismo tiempo, se recopiló información cartográfica, documental y fotográfica, entre otras tantas actividades de campo.

Para que el estudio lograra el objetivo planteado, se estructuró con anterioridad al desarrollo de este trabajo y de acuerdo con el grupo, se llevó a cabo una secuencia metodológica compuesta por tres contenidos principales: primeramente se realizaría una etapa de acopio de información en general tanto de campo como de gabinete y de otros sectores, dependencias u organismos. En segundo término, con los datos obtenidos se realizaría el estudio de la caracterización de los principales y más destacables entes urbanos y elementos de la zona; para que finalmente, después de su respec-

tivo análisis, en una tercera etapa se generase el diagnóstico de la misma.

Dado lo anterior, en un primer avance se recopiló la mayor cantidad de información en general y se buscó también la bibliografía más especializada en la materia; de igual manera se localizaron las principales cartografías base para la zona; como por ejemplo, la carta topográfica a escala de 1:50 000 (INEGI, 2007) donde aparecen delimitadas con amarillo las ciudades consideradas de rango urbano que están señaladas con 2 500 habitantes y más, según el criterio que aparece en el anuario estadístico del estado de Tlaxcala 2005, y también de acuerdo al criterio del segundo conteo de población y vivienda del estado (INEGI, 2005). Asimismo, nos dimos a la tarea de localizar otras cartas temáticas, como la disponible común del uso del suelo y vegetación; y también se consiguieron fotografías aéreas de escala 1:50 000 (INEGI, 1999) y el espacio mapa de mucha utilidad con escala de 1:50 000 (INEGI, 1996).

En el mismo sentido, se estableció comunicación con diferentes organismos, oficinas y dependencias, tanto académicas como del sector privado y otras, tanto en el estado de Tlaxcala como en el Distrito Federal; algunas de ellas como la Secretaría de Desarrollo Urbano, Vivienda y Ecología (SDUVET del Gobierno del Estado; representaciones delegacionales en el estado como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); en el mismo orden, se acudió a las oficinas de la Presidencia Municipal de los principales municipios mencionados anteriormente; también se contactó al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); al Consejo Nacional de Población (Conapo); a la Comisión Nacional del Agua (CNA) y otros organismos importantes que tenían que ver con el estudio.

Posteriormente con los materiales conseguidos como la bibliografía, fotografías tomadas en los recorridos para verificación en campo y la ciudad, cartografía, fotos aéreas adquiridas y el espacio mapa, aunado a entrevistas con habitantes de las

localidades por los municipios involucrados y principalmente por aquellos con límites de los municipios colindantes, se procedió a delimitar el área de estudio de la cuenca que abarcó a 41 (véase cuadro 1) de los 60 municipios de la entidad (INEGI, 2005).

Con base en lo anterior, se analizaron los materiales de información conseguidos, entre otros el anuario estadístico del estado de Tlaxcala (INEGI, 2006), los Planes de Desarrollo Municipal de los municipios

considerados como prioritarios, la adquisición de algunos libros y otros documentos de importancia; todo ello con el fin de contar con los datos de los elementos necesarios y así, estar ya en posibilidades de establecer la caracterización de los principales elementos tanto del medio social como del medio económico de la zona; indicadores como: población total, población urbana y población rural; vivienda, servicios y dinámica poblacional; planes, programas y política de gobierno, desarrollo urbano, procesos de urbanización e inversiones en la materia, po-

Cuadro 1. Municipios con su población de 1980-2005, que integran la zona de estudio de la Cuenca del Río Zahuapan en el estado de Tlaxcala, México

Núm.	Clave	Municipios	Pobl. 1980	Pobl. 1990	Pobl. 2000	Pobl. 2005
01	001	Amaxac de Guerrero	4 725	6 192	7 679	7 878
02	002	Apetatitlán de A. Carvajal	6 072	8 990	11 795	12 268
03	003	Atlangatepec	3 244	4 255	5 449	5 487
04	005	Apizaco	37 894	51 744	67 675	73 097
05	009	Cuaxomulco	2 649	3 365	4 255	4 340
06	010	Chiautempan	41 494	61 144	57 512	63 300
07	011	Muñoz de Domingo A.	2 194	3 051	4 080	4 010
08	014	Hueyotlipan	8 242	11 051	12 664	12 705
09	015	Ixtacuixtla de M. M.	20 592	30 663	30 301	32 574
10	018	Contla de J. Cuamatzi	17 065	22 380	28 842	32 341
11	022	Acuamanala de M. Hgo.	5 463	6 989	4 357	5 081
12	023	Nativitas	16 912	21 485	21 020	21 863
13	024	Panotla	13 763	17 903	23 391	22 368
14	026	Santa Cruz Tlaxcala	7 912	10 522	12 824	15 193
15	028	Teolocholco	8 552	13 693	17 067	19 435

Continúa...

16	029	Tepeyanco	11 311	16 942	9 006	9 176
17	031	Tetla de la Solidaridad	8 491	15 429	21 753	24 737
18	032	Tetlatlahuca	12 566	15 801	10 803	11 474
19	033	Tlaxcala*	35 384	50 492	73 230	83 748
20	034	Tlaxco*	20 384	27 089	33 893	35 506
21	036	Totolac	9 041	15 200	16 682	19 606
22	038	Tzompantepec	8 366	10 406	9 294	12 571
23	039	Xaloztoc	9 930	13 500	16 857	19 642
24	040	Xaltocan	7 123	8 777	7 418	8 474
25	041	Papalotla de Xicohténcatl	12 201	17 222	22 288	24 616
26	042	Xicohtzingo	7 673	8 563	10 226	10 732
27	043	Yauhquemecan	8 822	12 783	21 555	27 860
28	044	Zacatelco	27 162	36 650	31 915	35 316
29	048	Magdalena Tlaltelulco, La	0 000	0 000	13 697	15 046
30	049	San Damián Texoloc	0 000	0 000	4 360	4 480
31	050	San Fco. Tetlanohcan	0 000	0 000	9 081	10 029
32	051	San Jerónimo Zacualpan	0 000	0 000	3 234	3 066
33	052	San José Teacalco	0 000	0 000	4 587	5 118
34	053	San Juan Huactzingo	0 000	0 000	5 547	6 577
35	054	San Lzo. Axocomanitla	0 000	0 000	4 368	4 817
36	055	San Lucas Tecopilco	0 000	0 000	2 939	2 623
37	056	Santa Ana Nopalucan	0 000	0 000	5 851	6 074
38	057	Santa Apolonia Teacalco	0 000	0 000	3 676	3 860
39	058	Santa Catarina Ayometla	0 000	0 000	6 997	7 306
40	059	Santa Cruz Quilehtla	0 000	0 000	4 883	5 379
41	060	Santa Isabel Xiloxotla	0 000	0 000	3 184	4 118
60	061	Totales	392 427	522 281	667 709	734 891

Fuente: Elaborada por los autores del trabajo con base en datos del INEGI del II Censo de Población y Vivienda de Tlaxcala, 2000-2005.

blación económicamente activa de acuerdo a los sectores económicos de la producción; población económicamente inactiva, empleo y desempleo; salarios, producto interno bruto e ingreso per cápita; entre otros.

El indicador de carácter urbano *porcentaje de población ocupada en actividades no agrícolas* también se calculó con base en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, omitiendo del denominador a la población ocupada que no especificó su sector de actividad económica; mientras que la “densidad media urbana” se actualizó con base en el II.

La densidad media urbana de los municipios se obtuvo a partir de la densidad bruta (población entre superficie) de cada una de sus Ageb (Área geoestadística básica) urbanas ponderadas por el tamaño de su población, tal y como se expresa en la siguiente fórmula:

$$DMU = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{S_i}}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Donde:

DMU es la densidad media urbana del municipio.

P es la población del Ageb urbana *i*.

S es la superficie del Ageb urbana *i*.

La distancia por carretera a la ciudad principal fue el único indicador que se estimó en forma selectiva. Ésta se calculó sólo para aquellos municipios que no fueron definidos como centrales, pero que cumplen con los criterios de integración funcional y carácter urbano señalados anteriormente, así como para aquellos municipios que están reconocidos como parte de una zona metropolitana. Para su medición se utilizaron los polígo-

nos de las localidades urbanas del II Conteo de Población y Vivienda 2005, en combinación con la información de carreteras de la Carta Topográfica escala 1:250 000, en formato digital.

En la etapa que sigue se describieron las características de los elementos poblacionales y de los anteriormente mencionados, utilizando la información de los datos encontrados por décadas que viene en los censos generales de población y vivienda de 1980 al 2000, y para los datos del 2005 en los rubros correspondientes se utilizó el anuario estadístico del estado de Tlaxcala (INEGI, 2006).

En la tercera y última etapa de este apartado se pretendió hacer un enfoque general de la evolución del sistema de las ciudades en mención como parte de un todo que es el sistema de centros de población, el cual se entiende como el conjunto de asentamientos humanos de cualquier tipo y tamaño, por lo que en él se encuentran incluidas las ciudades y las poblaciones de menor tamaño, hasta el nivel micro regional. Pero en lo particular se busca una mayor aproximación al conocimiento de las estructuras territoriales que en forma concreta existen en la zona de estudio y se desarrollan en el contexto del territorio tlaxcalteca, lo cual sirve de base analítica para llegar al nivel de las regiones de estudio; en este caso, el corredor central donde se localizan las ciudades de Apizaco, Tlaxco y Tlaxcala (véase figura, 2).

En una primera aproximación y tomando como referencia el periodo de 1970-2000, se observa que en el primer año la población rural representaba 66.68% de la población estatal, mientras que la población urbana sólo representaba 13.08%, el resto era población mixta, es decir, la que se encontraba en transición de población rural a población urbana; sin embargo para el año 2000 se puede distinguir que hubo un incremento en la población urbana lo que representó 38.59%; y para el año 2005 el grado de urbanización aumentó a 39.97% (véase cuadro 2).

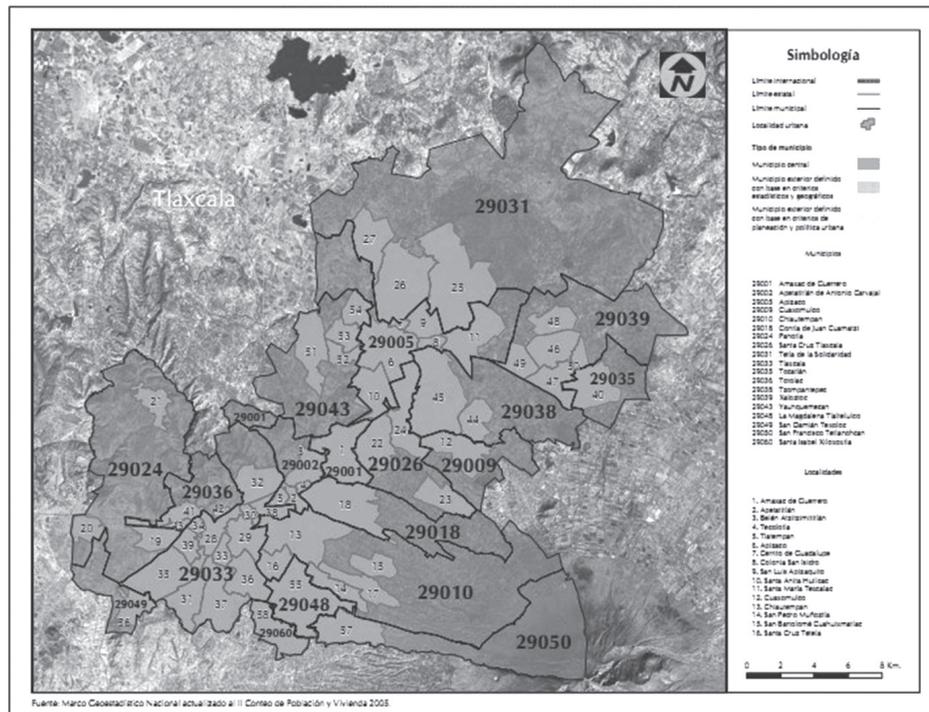
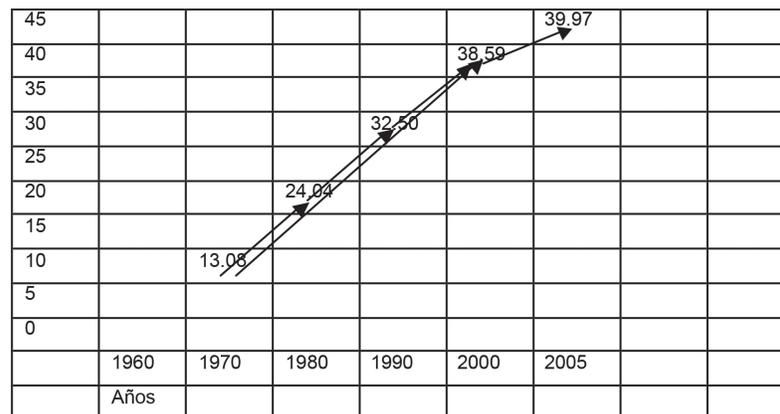


Figura 2. Zona metropolitana de Tlaxcala-Apizaco.

Cuadro 2. Grado de urbanización del estado de Tlaxcala, 1970-2005



Fuente: Elaboración de Hernández H. con base en INEGI. Censos de Población y Vivienda, varios años.

Nota: El rango que se tomó aquí para definir la población urbana fue de 15 000 o más habitantes, criterio que reporta la literatura enfocada al análisis de las ciudades como el más adecuado (Unikel, 1978; citado en S. Flores, 2004), pues se trata de identificar concentraciones poblacionales con cierta importancia dentro de las estructuras urbanas. Por ello resulta oportuno que existan otros criterios que llegan a establecerse dependiendo de los propósitos que se persigan; así por ejemplo, el INEGI, tradicionalmente aplica el criterio de poblaciones urbanas a aquellas localidades de 2 500 habitantes y más.

El incremento en la participación porcentual de la población urbana, se debe a varios factores: no sólo está determinado por el crecimiento natural y migratorio, sino también por el aumento de la población de aquellas localidades que en determinado momento alcanzaron la categoría de urbanas, debido entre otros aspectos, a la acelerada industrialización que la entidad ha mostrado en esos años y a la creciente participación del sector terciario en la economía local (Gobierno del Estado de Tlaxcala, 2003).

Cuando se habla de ciudades, se entiende que son aquellas localidades con 15 000 y más habitantes; el

grado de urbanización es el porcentaje de la población urbana respecto a la total; y la tasa de urbanización es el incremento medio anual del grado de urbanización (Garza, 1996).

Tomando como base estos criterios y de acuerdo con datos censales del año 2000, se tienen identificadas un total de 10 localidades urbanas en todo el estado, dentro de las que destaca la localidad de Tlaxcala con un grado de urbanización de 99.98% y la localidad de Zacatelco con un grado de urbanización de 99.33%; es decir, prácticamente toda la población de estas dos localidades es urbana (véanse cuadro 3 y figura 3).

Cuadro 3. Grado de urbanización de localidades mayores a 15 000 habitantes, Tlaxcala; 2000-2005

Localidad	2000			2005		
	Pobl. Municipal	Loc. 15000 hab.	Grado Urbanización (%)	Pobl. Municipal	Loc. 15000 hab.	Grado Urbanización (%)
Apizaco	67 675	48 049	71.00	73 097	49 459	67.66
Calpulalpan	37 169	27 451	73.85	40 790	30 004	73.56
Contla	28 842	22 646	78.52	32 341	25 456	78.71
Chiautempan	57 512	44 561	77.48	63 300	46 776	73.90
Huamantla	66 561	40 854	61.38	77 076	47 286	61.35
Papalotla	22 288	19 135	85.85	24 616	20 967	85.18
Villa Vicente Gro.	54 387	47 804	87.90	64 107	55 760	86.98
Tlaxcala	73 230	73 213	99.98	83 748	83 737	99.99
Xalostoc	16 857	16 098	95.50	19 642	17 416	88.67
Zacatelco	31 915	31 700	99.33	35 316	35 036	99.21
La Magdalena Tlaltelulco	s/d	s/d	s/d	15 046	15 046	100
Total	456 436	371 511	81.39	529 079	426 943	80.70

Fuente: Elaboración de Hernández, H. Con datos del INEGI, Censos de Población y Vivienda, varios años.

Para el año 2005 aumentó una localidad (La Magdalena Tlaltelulco) a la categoría de ciudad bajo la caracterización anterior y con un grado de urbanización del 100%. Más aún, al analizar el grado de urbanización alcanzado con datos de población del II Censo de Población y Vivienda, si bien se observan fluctuaciones, esto se debe a las diferentes proporciones de aumento de la población total

que se da en las diferentes localidades y municipios, porque la población urbana ha mostrado un aumento importante.

En conjunto, 10 localidades mostraron altas tasas de crecimiento de su población urbana en las décadas de 1970 a 1980 y de 1980 a 1990: de 9.3% y 7.2%, respectivamente, precisamente en los periodos

Figura 3. Localidades mayores a 15 000 habitantes, Tlaxcala 2000.



Fuente: Tomado de Hernández, H., 2008. Mapa del Centro de Análisis Territorial (CAT) El Colegio de Tlaxcala, 2007.

de mayor crecimiento y despegue de la economía local; y ya en la siguiente década, de 1990 a 2000, el crecimiento de la población urbana disminuyó a 3.3% y en los años de 2000 al 2005 se marcó una tendencia a la baja con sólo 2.8%.

En este proceso, la localidad de Tlaxcala es la que creció a un mayor ritmo, pues en la década de 1980 a 1990 logró una tasa de 10.6% que fue mayor al promedio estatal, y aunque para la última década

bajó a 3.8%, siguió siendo superior al de las demás localidades. Por su parte, las localidades de Apizaco y Zacatelco registraron en la década de 1990 a 2000 las tasas de urbanización más bajas (de 1.0% y de 0.4% respectivamente), también se puede observar que es precisamente la región de Huamantla la que tiene el menor grado de urbanización y que se ve reflejado en la evolución de la jerarquía de las localidades urbanas principales de Tlaxcala (véase cuadro 4).

Cuadro 4. Evolución de la jerarquía de las localidades urbanas principales de Tlaxcala, 1970-2005

Rango de ciudad	1970	1980	1990	2000	2005
1	Apizaco	Apizaco	Tlaxcala de X.	Tlaxcala de X.	Tlaxcala de X.
2	Villa V. Gro.	Villa V. Gro.	Apizaco	Apizaco	Villa V. Gro.
3	Huamantla	Huamantla	Villa V. Gro.	Villa V. Gro.	Apizaco
4		Zacatelco	Chiautempan	Chiautempan	Huamantla
5		Tlaxcala de X.	Huamantla	Huamantla	Chiautempan
6		Calpulalpan	Zacatelco	Zacatelco	Zacatelco
7			Calpulalpan	Calpulalpan	Calpulalpan
8			Contla	Contla de J.C.	Contla de J.C.
9				Papalotla de X.	Papalotla de X.
10				Xaloztoc	Xaloztoc
11					La Magdalena T.

Nota: Los cuadros en blanco indican que no había población urbana en esos años. Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda, varios años.

Con respecto a la vivienda, se utilizaron los datos contenidos en los respectivos censos generales de población y vivienda de 1980 a 2000, así como la información recabada en el II conteo de población 2005 (INEGI, 2006), además se tomaron en cuenta los recorridos de verificación de campo en donde se constataron las características de las casas y sus servicios mínimos esenciales. Las viviendas por hectárea varían de acuerdo con cada zona y de acuerdo con lo mínimo establecido por hectárea que es de 3/ha.

En relación a la dinámica poblacional de la zona, se analizó el proceso migratorio de inmigración y emigración con los datos censales manejados y con la información proporcionada por los ayuntamientos sobre los municipios estudiados. Referente a los planes, programas y políticas de gobierno, se revisó el plan estatal de desarrollo y se complementó con los análisis de los planes municipales de cada uno de los involucrados. El desarrollo urbano, los procesos de urbanización e inversiones en la materia fueron estudiados y cotejados con base en los datos proporcionados por el gobierno estatal y el gobierno municipal; así como generados con los datos de los censos generales de población y vivienda de los años considerados.

La población económicamente activa (PEA) se estudió con base a los datos arrojados por la clasificación de los sectores económicos de la producción; es decir, el porcentaje del total respecto a su respectivo sector primario, secundario y terciario. La población económicamente inactiva en edad de trabajar, así como los factores de empleo y desempleo, fueron analizados con base en los indicadores respectivos para ambas ramas de participación económica.

Asimismo, las tarifas salariales fueron obtenidas de la tabla de trabajadores que ganan el salario mí-

mo vigente en la región. Por su parte, el producto interno bruto estatal se sacó con los datos oficiales proporcionados por las respectivas dependencias de gobierno, al igual que el ingreso per cápita en los últimos años considerados.

Una de las características fundamentales de la zona de estudio es la importancia de las diversas actividades socioeconómicas predominantes en la región, entre las que destaca la tasa bruta de actividad económica, que es un indicador¹ de la población trabajadora dentro del marco económico territorial de la región; así también la tasa neta de participación; la tasa de ocupación, y la tasa de desocupación de la población económicamente activa, la que se refiere al total de personas de 12 años y más, en edad de trabajar, estén ocupados o desocupados (INEGI, 2005).

RESULTADOS

El desarrollo regional urbano de México, en su diagnóstico e implicaciones futuras, y en relación a esta investigación, describe el proceso de urbanización desde el punto de vista del incremento demográfico, la concentración poblacional y su consecuente proceso de transformación territorial, tal como el aumento de aglomeración en las localidades involucradas; principalmente Tlaxcala y zona de influencia Apizaco-Tlaxco (Unikel, et ál., 1978: 136).

Ahora bien el proceso de urbanización en tanto sistema de ciudades megapolitana y la metropolización, por la cual es alcanzada la región motivo de esta investigación, engloban, entre otras jerarquías para su estudio, los postulados que planteó Ramírez en su análisis acerca de “La región en su diferencia: los valles centrales de Querétaro”, en el que destaca su diferenciación social-territorial, y la aproximación que hace acerca del análisis regional desde la teoría, como aparece en el cuadro 5.

1 Los indicadores son datos estadísticos o medidas de una cierta condición, cambio de calidad o cambio en estado de algo que está siendo evaluado; proporcionan información y describen el estado del fenómeno objeto de estudio, pero con un significado que va más allá de aquél directamente asociado con un parámetro individual (OCDE, 1993).

Cuadro 5. Análisis regional desde la teoría; una aproximación.

ESPECIALIDAD	CONCEPCIÓN TEÓRICA	AUTOR
Los orígenes	Geografía	Vidal de la Blanche (Francia)
Desde la geografía	Regional	Heuner (Alemania)
Desde la economía neoclásica	Teoría del lugar central	Lösch y W. Christaller (Alemania)
Desde la planeación económica	Polos de desarrollo	Perreaux y Boudeville (Francia)
Desde la economía industrial	Gravitación industrial	W. Issard (E.U.A.)
CORRIENTES RADICALES		
Desde la economía marxista	Intercambio desigual	A. Gunder Frank (Alemania) Samir Amin (Francia)
Desde la sociología marxista	A Estructuralismo urbano B Sociología urbana	Castells (España-Francia) Corraggio (Argentina)
Desde la sociología marxista ortodoxa	Sistema de soportes materiales	E. Pradilla C. (Colombia-México)
Desde el marxismo	En economía (Regulacionismo)	A. Lipietz (Francia), J. Beniko (Francia)
Keynesianismo	En geografía	M. Stopper (EUA), R. Walker (EUA)
Desde el marxismo posmoderno	En geografía	D. Harvey (EUA)
Desde el posmodernismo	En geografía	E. Soja (EUA)
Desde el materialismo posmoderno	En geografía económica	J.K. Gibson Graham, (EUA-Australia), R. Peet (EUA)
Desde la geografía crítica	Geografía social	N. Smith (EUA)
Desde la crítica al marxismo	A Sociología estructuralista B Sociología urbana	Giddens (G. Bretaña) Castells (EUA)

Fuente: Interpretación gráfica resumida y actualizada de las posiciones expresadas en Ramírez (1996: 62-73).

Y bueno, también incluye a otros connotados autores que plantean que el crecimiento poblacional, conlleva la necesidad de contar con viviendas dignas y adecuados espacios urbanos para el mejor desarrollo de las cuatro funciones principales de

las actividades humanas, que son: habitar, circular, trabajar y recrear (Le Corbusier, 1975: 87), y en consecuencia la demanda de equipamiento y de bienes, obras y servicios.

De acuerdo con el análisis anterior, la población de los municipios considerados desempeñan un importante rol gravitatorio al interno y externo de la región, funcionando como polos de atracción (Hernández, 2005; Graizbord, 2004) en cuanto a mano de obra barata; ya que con base al análisis de los rubros anteriormente seleccionados y descritos, se agrupó a la población total del estado en el cuadro 6.

Los municipios más poblados son: Tlaxcala, Huamantla, Apizaco, San Pablo del Monte y Chiautempan. Cada municipio crece en función del comportamiento de sus variables sociodemográficas, como: natalidad, mortalidad y movimientos migratorios. La migración se presenta cuando la población cambia su lugar de residencia de un municipio a otro, a otra entidad o a otro país tal como Estados Unidos y Canadá. El conteo 2005 señaló que 27 990 personas vivían en otra entidad diferente a Tlaxcala. De éstas 72.6% vivían en tres entidades: Puebla, Estado de México y el Distrito Federal.

Así, se tiene que uno de los principales elementos en torno al cual gravita la región es el producto interno bruto (PIB), constituido por la suma de los va-

lores monetarios de todos los bienes y servicios de demanda final que fueron producidos por la zona de estudio en el periodo de un año.

Este indicador es empleado con mucha frecuencia a nivel regional, ya que representa la suma de los valores agregados durante la producción (Brambila, 1992). Por lo tanto, dentro de las principales ramas de actividad productiva en orden de importancia, se ubica, en primer lugar, a la industria manufacturera que abarcó 27% del PIB; el segundo lugar lo determina el sector de servicios comunales, sociales y personales con 19.5%; y finalmente se encuentran los servicios financieros y de seguros, y actividades de inmobiliaria y de alquiler, con 16.2%. En tanto que los indicadores de empleo y desempleo señalaban que para el año 2004, la tasa de desempleo abierto se había ubicado en 3.5%. La tasa bruta de actividad económica es el indicador de la población trabajadora dentro del marco económico territorial y se debe a que mientras mayor sea la tasa calculada de esa actividad económica, mayor será el grado de urbanización y el nivel de desarrollo urbano de un territorio en la región (Aguilar, et ál., 2004).

Cuadro 6. Población total del estado de Tlaxcala, 1970-2000

Años	Población Total	Hombres	Mujeres
1970	420 638	213 530	207 108
1980	556 597	277 476	279 121
1990	761 277	375 130	386 147
1992	812 749	398 329	414 420
1995	883 924	435 390	448 534
1997	911 696	443 466	468 230
2000 (proyección)	989 371	491 360	498 011

Fuente: INEGI-Coespo, varios censos de población 1970-1990. Conteo de Población y Vivienda 1995.

CONCLUSIONES

Mediante este estudio se determinó cómo el crecimiento poblacional dado en la zona en el último tercio del siglo pasado condujo al repoblamiento de las localidades aledañas mediante los puntos de concentración poblacional históricamente determinados. Las concentraciones de asentamientos humanos se manifestaron prioritariamente en la parte central del estado donde se localizan las principales ciudades y municipios de la cuenca misma.

Por otra parte, se determinó que es impostergable cimentar la infraestructura para atender la educación así como para proporcionar los servicios de salud indispensables, el mantenimiento de las vías terrestres, construir aeropuertos y cimentaciones pesadas, dar servicio al parque vehicular ecológico y atender las instalaciones de comunicaciones y transportes interestatales. De igual manera resulta fundamental proporcionar los servicios de abasto de mercancías y mercados; el mantenimiento de los rastros y panteones municipales, las clínicas y los hospitales; la dotación de agua con calidad potable y el mantenimiento del sistema de drenaje y alcantarillado; el suministro de la energía eléctrica; la recolección y disposición final de la basura urbana e industrial; el cuidado de las áreas verdes recreativas para el solaz esparcimiento y la construcción de salas adecuadas para espectáculos, así como la creación de instalaciones deportivas para la ciudadanía en general.

RECOMENDACIONES

Las estadísticas indican que la población económicamente activa (PEA) representa 53% del total de la población, mientras que la población económicamente inactiva constituye 47%. De la PEA, 19.5% se dedica al sector agropecuario, 34.3% al sector industrial y 46.2% al sector de servicios; por su parte, el desempleo ubica 3.5% de la población en la zona urbana.

Por otro lado, 15 645 hectáreas pertenecen a la mancha urbana, mientras que la zona de medio na-

tural cuenta con 29 428 hectáreas de bosque y 104 046 hectáreas dedicadas a la agricultura, para contabilizar un total de 149 119 hectáreas en la región.

El tamaño y la localización de las ciudades dependen de sus funciones. Así, los sectores que se detectaron e intervienen en la economía, son: el público, el estatal, el municipal, el empresarial, el industrial, el comercial, el financiero, el inmobiliario y el privado. Los sectores económicos de la producción que inciden relevantemente en la zona, son el primario con actividades de agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, como la base principal de la economía rural, local y municipal, y que se ocupa también en actividades agropecuarias, forestales y agroindustriales.

El sector secundario participa con la industria ligera, mediana, pesada y de transformación, la cual se ocupa de la producción y comercialización en mercados regionales, nacionales e internacionales; y el sector terciario está encargado de los bienes, obras y servicios tales como educación, salud, turismo, mercado, abasto, infraestructura, comunicaciones y transportes, puentes y caminos federales, amén de algunos otros rubros de importancia para la economía de la zona (Garza, V.G., 1996).

Desde el punto de vista de aplicación metodológica, se estudió la ocupación socioeconómica del espacio en suelos que habían sido caracterizados como de práctica agropecuaria y de áreas naturales, así como en espacios de interés ambiental para los habitantes; todo ello, con la finalidad de procurar un equilibrio ecológico, como una de las condiciones que se debería de cumplir para que una ciudad contenga la característica de ciudad sustentable.

En el entendido hipotético de que las relaciones sociales de producción predominantes en la región son las condicionantes fundamentales vigentes de las diferentes formas que adquiere la configuración territorial urbano-regional en su conjunto, como expresión de las distintas modalidades que adopta el capital financiero, comercial,

industrial e inmobiliario, en la región, las transformaciones territoriales propiciaron a su vez, en su espacialidad-temporalidad, la conversión de zonas rurales a nuevas formas modernas de vida urbana, que demandaron requerimientos urgentes de contar con los servicios básicos necesarios e indispensables.

El resultado de un proceso que tiene ya varios años es que el crecimiento poblacional impacta directamente el contexto ambiental: mayor cantidad de viviendas, suelo urbano, transformaciones territoriales, cambio de uso del suelo, erosión de suelos, pérdida de cubierta vegetal, emigración de la fauna, modificación de formas de vida mediante invasión de asentamientos humanos irregulares, demanda de ocupación y de servicios públicos municipales, invasión de zonas agropecuarias, atención a la salud y en consecuencia demanda de bienes obras y servicios. Esto se traduce en el incremento de costos del erario estatal, por lo que los diversos ecosistemas que se encuentran hoy día en la zona de estudio presentan características de fragilidad en cuanto a su explotación y aprovechamiento por parte de la industria, organismos gubernamentales, organismos no oficiales y de la sociedad en general, situación que debe corregirse pensando en/ considerando/tomando en cuenta...

FUENTES CONSULTADAS

- Aguilar, A.G., (Coord.) et ál. (2004). *Procesos metropolitanos y grandes ciudades: Dinámicas recientes en México y otros países*, México, Cámara de Diputados-LIX Legislatura/Universidad Nacional Autónoma de México/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/Miguel Ángel Porrúa.
- Alvarado, M., y Reynoso R., (2007). "Indicadores de degradación ambiental en la Cuenca del Río Zahuapan, estado de Tlaxcala", *Proyecto de investigación clave SIP 20070059*, SIP-IPN, México.
- Arana, M. (1998). "Proceso de transformación y/o desarrollo urbano del estado de Tlaxcala 1960-1990", *Análisis y planeación del desarrollo urbano regional y municipal*, S. González L. (coord.), tomo II, México.
- Brambila (1992). *Expansión urbana en México*, El Colegio de México, México.
- Conapo (1997). *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Síntesis, Conapo, México.
- Cook, A. (1997). *Antología de Tlaxcala*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Espejel, A. y Carrasco, R. (1999). "Deterioro ambiental en Tlaxcala y las políticas de desarrollo estatal, 1988-1999", *Gaceta ecológica*, INE-SEMARNAP, Chapingo, Estado de México.
- Ferreira, H. (2005). *Construir las Regiones*, Colegio Mexiquense/CRIM-UNAM/CUCEA-U de G. Centro Linda Vista (coord.), Colegio de Puebla, CIAD/Colegio de Tlaxcala/Universidad de Quintana Roo/Integración Editorial, México.
- Garza, V.G. (1996). *Cincuenta años de investigación urbana y regional en México*, México.
- Gasca, J. (2005). *El desarrollo de la ciudad. Pensamiento crítico y teoría*, México.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala (2005). *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Tlaxcala*, Tlaxcala, México.
- Gobierno Municipal de Apizaco (2008). *Plan municipal de desarrollo de Apizaco*, Tlaxcala, México.
- Gobierno Municipal de Tlaxcala (2008). *Plan municipal de desarrollo de Tlaxcala*, Tlaxcala, México.
- Gobierno Municipal de Tlaxco (2008). *Plan municipal de desarrollo de Tlaxco*, Tlaxcala, México.
- Goodall, B. (1977). *La economía de las zonas urbanas*, traducción de Joaquín Hernández Orozco, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- Graizbord, B. y Salazar, H. (1986). "Expansión física de la Ciudad de México", en: G. Garza (coord.), *Atlas de la Ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal/El Colegio de México, México.
- Harvey, D. (1978). *Urbanización y desarrollo*, Siglo XXI, México.
- Harvey, D. (2007). *Breve historia del neoliberalismo*, Ediciones Akal, Madrid.
- INEGI, (1970). *IX Censo General de Población y Vivienda*, México.

- INEGI, (1980). *X Censo General de Población y Vivienda*, México.
- INEGI, (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda*, México.
- INEGI, (1995). *XI Censo General de Población y Vivienda*, México.
- INEGI, (2000). *Manual de Cartografía Censal*. XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Aguascalientes, INEGI.
- INEGI, (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda*, México.
- INEGI, (2005). *II Censo de Población y Vivienda*, México.
- INEGI, (2006). *Anuario estadístico del estado de Tlaxcala*, Aguascalientes, México.
- Knapp, W. y Schmitt, P. (2002). *Restructuring Competitive Metropolitan Regions: Territory, Institutions and Governance*, paper no. 437 ERSA, Congress, 2002.
- Le Corbusier (1975). *Carta de Atenas*, Ariel, México.
- Lezama, J.L. (2006). *Teoría social, espacio y ciudad*, Centro de estudios demográficos y de desarrollo urbano, El Colegio de México, México.
- Lipietz, A. (1976). *L'occupation sociale de l'espace*, Siglo XXI Editores, Madrid, España.
- Medellín, P. (2002). "Uso del suelo", *Agenda*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, SLP, México.
- Mendoza, J.E. y Díaz-Bautista, A. (2006). *Economía regional moderna; teoría y práctica*, El Colegio de la Frontera Norte/Universidad de Guadalajara/Plaza y Valdés, México.
- Negrete, E. y Salazar, H. (1986). "Zonas metropolitanas en México, 1980", *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 1, núm. 1, México, pp. 97-124.
- Ramírez, Blanca (1996). "Los paradigmas contemporáneos en el análisis de la relación territorio-sociedad", *Diseño y Sociedad*, Departamento de Teoría y Análisis, UAM-Xochimilco, México.
- Rodríguez, S. (1997). "Desarrollo regional y urbano en México a finales del siglo xx", *Teorías y metodologías en ciencias regionales y urbanas*, Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, Editorial ¡Buena Idea! Impresiones, tomo I, México.
- Sedesol (1993). *Ley General de Asentamientos Humanos*, México, Comisión de Asentamientos Humanos-Cámara de Diputados / Secretaría de Desarrollo Social, México.
- Sedesol, Conapo, INEGI (2004). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*, Sedesol / Conapo / INEGI, México.
- Sobrino, J. (1993). *Gobierno y administración metropolitana y regional*, Instituto Nacional de Administración Pública, México.
- _____ (2003a). "Zonas metropolitanas de México en 2000: conformación territorial y movilidad de la población ocupada", *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 18, núm. 3, pp. 461-507.
- _____ (2003b). "Delimitación de las zonas metropolitanas de México en 2000", en: Consejo Nacional de Población (coord.), *La delimitación de zonas metropolitanas*, Conapo/Sedesol/INEGI/Instituto de Geografía-UNAM, México, pp. 121-151.
- Sunkel, O. y Paz, P. (1981). *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*, Editorial Siglo XXI, México.
- Unikel, L., Ruiz, C. y Garza, G. (1978). *El desarrollo urbano de México, Diagnóstico e implicaciones Futuras*, El Colegio de México, México.
- Zentella, J.C. (2007). "¿Cómo gobernar las zonas Metropolitanas en México?", *Este País*, núm. 194, México.

Cartografía básica, fotografías aéreas, espacio mapa e imágenes de satélite

- (México > Información Geográfica > Mapa con Regiones Hidrológicas).
- Hernández, H. (2008). *Mapa del Centro de análisis territorial (CAT)*, El Colegio de Tlaxcala.
- INEGI (1973-1999). *Fotografías aéreas*. Escala 1:75,000 y 1:50,000. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Aguascalientes, México.
- INEGI-SPP (1980-83). *Carta de uso del suelo y vegetación*. Claves: E14B22, 23 y 24. Escala 1:50,000. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Aguascalientes, México.



INEGI (1982-2007). *Cartas Topográficas*. Claves: E14B22, 23 y 24. Escala 1:50,000. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Aguascalientes, México.

INEGI (1996). *Espacio mapa*. Escala 1:150,000. Direc-

ción General de Geografía del Territorio Nacional. Aguascalientes, México.

Spot Image Digital Globe Europa Technologies, (2009). Imágenes de satélite, Google Earth.





La crisis ambiental y el neoscurantismo filosófico

13

Miguel Alberto González González

INTRODUCCIÓN

La crisis del medio ambiente pasa por una serie de circunstancias que los humanos no hemos logrado enfrentar de manera clara, nos ha faltado lucidez, cuando no, osadía intelectual. Un ejemplo de ello es la debilidad de la filosofía para desafiar la problemática mundial en temas ambientales, y parece que estuviera de retorno a lo oscuro de la edad media, donde la filosofía fue evasiva, casi ausente de las discusiones sociales, dando así paso al dogma religioso que supo rodearse de perspectivas y pensadores con rasgos filosóficos.

En pleno siglo XXI las discusiones ambientales pasan por intereses políticos, jurídicos, económicos-científicos, mientras los filósofos se durmieron, acallando sus plumas y no dando espacios decorosos para la discusión. El tema ambiental les preocupa a los demás, pero el pensar filosófico ambiental es tan escaso, tan pobre como en la edad media lo fue para afrontar la arremetida católica en el mundo occidental.

De hecho, no se le pide a la filosofía que se convierta en la policía de los saberes, ni en juez de nadie, misión que bien sabe asumir la epistemología, pero lo que se le exige es no ser inferior a su historia, abrir

un espectro de interrogantes que, siquiera, ponga en duda todo el entramado en que se sabe acorralar el pensamiento o el comportamiento de la época.

A lo largo de este discurrir se presentan algunas insinuaciones para abordar el tema ambiental que supere la mera curiosidad literaria o la dictadura de lo científico que, en muchos casos, se pliega a los instintos económicos.

EL PAISAJE

La belleza del paisaje está en su amargura.

Ahmet Rasim

Si los aforismos tienen algo de cierto, la amargura de un paisaje colapsado resaltará su belleza; quizás la amargura se expresaría por la ausencia, por lo que se tuvo, por lo que dejamos perder, por la pobreza de la filosofía para abordar la problemática, en un movilizar oscurecido y amargo por las ansias de belleza metafísica.

Edad Media es la expresión utilizada para referirse a un periodo de la historia europea, aunque pre-



tende hacerse creer que es para toda la sociedad, la cual transcurrió desde la desintegración del Imperio Romano de Occidente en el año 476 d. n. e. hasta la caída de Constantinopla en 1453, fecha simbólica, pues sabemos que esa rigurosidad cronológica no aplica para describir periodos sociohistóricos. La dinastía Carolingia —con Carlomagno, su gran figura— desde el siglo VII hasta el X dominó gran parte de Europa. Entre los siglos VI y VII emerge Mahoma que también influye notablemente en la cultura occidental con la difusión de la religión musulmana. Asimismo fue la época de las cruzadas acaecidas entre el siglo XI y XIII. También se señala como fecha de la invención de la imprenta en 1455 o el descubrimiento de América en 1492, el mismo año en el que los moros —musulmanes— son expulsados de España después de siete siglos de dominio en la península ibérica. Esa suerte de acontecimientos mayores aunados a otros de menor renombre, pero no menos importantes nos sugieren un decurso de baja presencia intelectual o de esplendor humano, donde en nombre de un dios se acorraló a ciertos grupos sociales, se acorraló el pensamiento mismo.

La edad media se caracterizó, entre otras, por su dogmatismo, la manera sesgada de mirar el mundo con la presencia de un dios cristiano que en lugar de liberar secuestraba, sometía y trituraba conciencias. Ese periodo de mil años, que no se puede registrar de un solo trazo o con distraídas anécdotas, tuvo momentos de resplandor que no siempre se le quieren reconocer, aparecieron filósofos importantes como Hipatia, Averroes, Avicena, Boecio, Ockham, Pedro Abelardo, San Agustín, Aquino, Escoto o Eckart, incluso, se gestó la universidad; pero, en términos generales, la Edad Media registra una etapa en donde el pensamiento dejó de ser visible o abierto, como sí ocurrió en el periodo griego y hasta en el romano, la edad media no entregó muchas oportunidades a sus pensadores, lo que permitió dar paso a un dominio religioso despiadado, oscurantista, en un evidente retroceso a la libertad material y de ideas, incluso se pretendió imponer un sólo modelo para facilitar el control social como lo pretendió, sin ser el único, el imperio carolingio,

desde luego que estamos en una discusión de corte occidental.

La nueva Edad Media, según María Dolores F. Fígares, se ha venido anunciando desde 1930 por el ruso Nicolás Berdiaeff, quien planteó la medievalización de la sociedad. Lo dramático es que en el siglo XXI ha tomado mayor fuerza, puesto que se dan similitudes a saber: las dificultades de comunicación —el exceso de información afecta tanto como la carencia—, la especialización tecnológica, la inseguridad y provisionalidad, el formalismo intelectual, la presencia de los señores de la guerra, el surgimiento de herejes e inquisidores y la pretensión de establecer una lengua común, entre otros.

Aunque esos tiempos ya pasaron, ello no indica que hayan sido superados, cíclicamente renacen comportamientos de épocas anteriores así las tecnologías sean otras; a veces, así parece que estamos hoy con la filosofía sobre el medioambiente, a destiempo y de vuelta al oscurantismo, es decir, un neoscurantismo; quizás por eso a los filósofos oscurantistas les/nos agrada buscar culpables, satanizar a los demás, mientras ellos, como los curas inquisidores, que aún existen, insisten en juzgar y condenar a los demás. En ciertas épocas la filosofía, en su fuero interno y externo, no pasa de hacer unos pequeños ruidos, en remedos de misas, que finalmente no salvan a nadie, pero sí dejan, de modo parcial, un poco tranquilos tanto a oficiantes como a feligreses.

No es que, en este siglo XXI, los temas abordados por el pensamiento filosófico sean intrascendentes, pero, en ocasiones, abandona lo fundamental para continuar en discusiones bizantinas, en refinamientos etéreos o en academicismos que toman demasiado trecho en resolverse en relación con los empobrecidos aportes que entregan a la subsistencia de las especies.

Durante el desarrollo de este texto se harán unas insinuaciones, que podrían constituirse en referentes de estudio, en insinuaciones de prognosis para incursionar en un pensamiento ambiental de or-

den diverso al que se viene dando desde el ámbito filosófico.

INSINUACIÓN PRIMERA: LA NECESIDAD CREÓ EL ÓRGANO

Engels, amigo y colaborador de Marx, criticó de manera frontal los dualismos, viendo como absurdo y antinatural la antítesis entre espíritu y materia u hombre y naturaleza, destacó, que *la necesidad creó el órgano*. De ser esto cierto, las empresas con sus capitales salvajes, habrán de ser relevadas por instituciones menos caóticas y los filósofos que continúen en sus universos etéreos serán reemplazados por otra generación de pensadores que compartan su mundo vital con la sociedad, que planten sus remos en la tierra, que sus lenguajes no sean la evasión. ¿Cómo habrán de ser esas instituciones? ¿Cómo se forjarán esos pensadores? No olvidemos que toda época tiene su modernidad y su propia crisis, es decir, los humanos vivimos en, por y para la crisis, en tal sentido, y para ser consecuentes con Engels estaremos en tránsito a unos pensadores diversos a los de hoy. Al encontrarnos en una necesidad de relevo, el órgano está en camino, sería un golpe certero de la evolución.

La pregunta por el medio ambiente

Preguntarle a la filosofía por el medio ambiente es exigirle que abandone, así sea por un corto espacio, los dislates metafísicos. Es forzarla a salir de su concha, de su mundo de marfil, consiste en provocar una discusión que, en un principio, ha estado liderada por grupos ambientalistas, organizaciones no gubernamentales e incluso, hasta mejor comprendida por los medios de información que por la filosofía o la educación misma.

Por si acaso, existe la filosofía del medio ambiente, una rama que quiere despertar del letargo y reflexionar sobre lo ecológico. Al punto que, el principal valor de la *Filosofía del medio ambiente* es poner de relieve y argumentar de forma persuasiva que las actuaciones decisivas en materia ecológica no sólo son de naturaleza ética, sino

que también hay imbricaciones políticas, económicas, culturales, estéticas, científicas, metafóricas y míticas entre otras. Es sabido que la ecología puede proponer determinadas soluciones, pero la adopción de las mejores medidas no es algo que dependa de la calidad de las propuestas, en definitiva, está sometida al vaivén de la política y a la dinámica del mercado. Si se dejan las soluciones ambientales al juego de los partidos políticos o al juego de contradicciones del mercado, las perspectivas de *perlaboración* no serán las más óptimas ni sanas. Queda en el medio una estela de pequeñas fuerzas entrópicas que inciden en los resultados finales, dándole razón a la pensadora Patricia Noguera, cuando escribe que falta reencantar el mundo en una reconciliación a partir de la dimensión ambiental. Es decir, si ello no sucede y no reencantamos la política y el mercado de capitales, el devenir ecológico estará en fragmentaciones y panoramas de tremor.

Hay un palimpsesto frente al medio ambiente, una escritura borrada y reescrita encima, en una multiplicidad de voces, a veces, discordantes y atosigantes. La preocupación por lo ambiental debe estar en constante vibración en un trayecto-deyecto-proyecto, donde el preguntar se deslice instigado por las prácticas filosóficas que demande una constante revisión, en un evidenciar los usos tecnológicos y las repercusiones ambientales de los dispositivos tecnológicos, rescatando que cualquier acción genera una reacción y en el plano ambiental no podemos darnos el lujo de continuar en la pedagogía ensayo-error sin prever las consecuencias. Ha de inquirirse ¿qué de lo político en el aula indaga o no en lo ético ambiental? Evitando alejarse de lo que es un auténtico pensar. Se rastreará en *poiesis*, en desocultamiento de la mimesis en negativo, puesto que para Aristóteles todas las artes son mimesis y la base del aprendizaje se da por mimesis o imitación. Se incursionará por las propuestas que son elementos creadores en un hacer o contemplar y se establecerá cuáles son copias deshonorosas de lo existente. Habrá que descubrir si hay simulación de la realidad y los pasos que lo propician. Finalmente, es necesario reconocer las actividades que con-

ducen a la formación emancipadora o conllevan al mantenimiento de falsos ídolos. ¿Cuánto de mito es el medio ambiente? Aquello que desconocemos en su realidad, pero que aceptamos en la imaginación es un buen ejemplo de mito ¿Cuáles son los niveles de realidad que anuncian el holocausto ecológico? La raza humana está llena de pasión o exceso de reflexión con dificultades de articulación, en donde el hombre llega a ser libre a través de los sueños y se esclaviza en el tránsito a la realidad, entendiendo que las palabras y las ideas pueden cambiar el mundo, ocultar la realidad o alterar el desenlace humano ¿la verdad es un despeje, un encubrimiento o ambas? Si la exigencia de respetar el medioambiente no es real, se corre el peligro de ser un sueño, acercándose a pesadilla. Para navegar más allá del atardecer siempre se requerirá de un denuedo, de un antojo por lo venidero, entonces no esperemos el atardecer, el oscurantismo del medio ambiente para navegar en desconcierto, sabiendo que desde ahora aún podemos iluminar el camino para no caer al abismo inquisitorio o al régimen de la queja.

INSINUACIÓN SEGUNDA: ECCE HOMO, HE AQUÍ AL HOMBRE. GÉNESIS-APOCALIPSIS-MESIANISMO

Estas categorías bíblicas de nacimiento-creación, muerte-destrucción y defensa-salvación han sido recurrentes en el acontecer humano. Es indudable que la preocupación por el medio ambiente ha sido abordada por muchas disciplinas, por activistas, grupos religiosos y minorías étnicas, pero los filósofos, salvo los no oscurantistas, no parecen haber asumido el asunto con denuedo, permitiendo que con terrible impunidad emerjan grupos que se ubican entre los forjadores-en-génesis, los profetas y/o predadores-apocalípticos y los protectores-mesiánicos. En todo caso las siguientes preguntas deben ser hilvanadas y reformuladas en su régimen de validez:

- ¿Existirá crisis del medio ambiente del modo que se anuncia? Cada crisis tiene su didáctica.
- ¿Entramos a un epigonismo ecológico-conceptual?

- ¿Hay apocalipsis ecológico o sólo existen unos predadores lingüísticos? No se trata de imponer discursos ni a domar la lengua.
- ¿Estamos como en la Edad Media, sólo viendo paganos, herejes y enemigos? Precisamos reconocer los libertinajes crasos de algunos posmodernos y las esclavitudes redomadas del Medioevo para prospectar auroras dignas.
- ¿Hemos comprendido las lógicas o revalorizadas leyes de la naturaleza o estamos en deuda de conocimiento?
- ¿Cuál es la utopía de los mesianismos? ¿Quizás toda su andadura? A veces se presentan futuros infecundos, ausentes de fertilidad: se olvida al hombre.

Relación hipocresía-mentira

Este tema de cuán hipócritas somos y qué tan cercana es la hipocresía a la mentira, no es un asunto del medio ambiente, pero si lo puede afectar en tanto no reconozcamos que la hipocresía humana para abordar los problemas con autenticidad y la mentira que se teje desde el poder no son fáciles de desocultar. Los discursos que sustentan el poder son tan potentes en su camuflaje que se requiere un esfuerzo descomunal y aguzado ingenio para debilitarlos. ¿Si el medio ambiente está en resquebrajamiento, cuál es el poder que así lo posibilita? ¿Será el poder de la debilidad? Las mentiras, se menciona *sotto voce*, vienen de las grandes multinacionales y la hipocresía, insisten los críticos, desciende de los gobiernos que nos hacen creer que están invirtiendo en la conservación del ambiente para una vida saludable. Lo contradictorio es que cuando se descorren las supuestas verdades, aparece el gobierno con sus acciones de fuerza y las empresas con un silencio brutal, no hay quien les haga sombra.

La ecología no es un asunto baladí, aunque a veces lo trivializamos de la forma más descarada. Esto porque no hay claridad en esa relación con la exterioridad que propone Foucault, esa articulación con el afuera desaparece sin que haya un duelo al respecto. Los filósofos, que los hay al por mayor,

abordamos el asunto del medio ambiente como si estuviéramos en una mañana de fiesta, donde el pensamiento pasa por una muerte temporal con síntomas de no resurrección, ahí, el afuera se ignora, se extingue en una pobreza sobrecogedora.

Edgar Garavito en el texto *Sujeto y poder* nos advierte que es propio del filósofo señalar la urgencia de transformar el modo de ser del pensamiento. Esa transformación, muchas veces transita por el esnobismo, sin lograr distinguir, como nos advierte el nobel turco de literatura, Orhan Pamuk, esa conexión cotidianidad-protocolo. ¿Cuándo la cotidianidad es un protocolo? Si lo cotidiano se distancia del protocolo, entonces ¿para qué nos sirve el protocolo? Aquí asumiremos el protocolo como los pasos para cumplir alguna actividad, o ese conjunto de reglas a seguirse en ciertos actos o con determinadas personalidades. El protocolo a veces fractura lo cotidiano, en tanto que lo cotidiano es lo habitual, lo que acaece en la rutina. ¿La filosofía entró a lo cotidiano en relación con el medio ambiente o se encuentra en los pasos del protocolo? ¿Es posible transformar el pensamiento desde la cotidianidad?

INSINUACIÓN TERCERA: ANCEPS IMAGO, HOMBRE DE DOS CARAS. A LA PALABRA LE ES IMPOSIBLE LA TRANSPARENCIA

Abordar la anterior queja nos pone en guardia, Nietzsche dice que *en toda queja hay una pequeña dosis de venganza*. Esta observación hay que revisarla a fondo para evitar deseos justicieros contra quienes han apabullado el medio ambiente o para los que no hemos hecho nada por la conservación, sin olvidar que mirado sin apasionamientos todos somos —y para sonrojarnos— culpables de todo.

El nobel chino de literatura del año 2000, en su libro *La montaña del alma*, tiene una mirada por lo ambiental que bien nos describe “El hombre tiene necesidad de engañarse a sí mismo... ¡El hombre saquea la naturaleza, pero la naturaleza acabará por tomarse venganza!” (Xingjian, 2001: 72,73).

Ese engaño va en doble vía, tanto por las acciones para proteger, que en realidad no cumplen el propósito, como las de destruir. La esperanza venida del escritor, aunque no lo sea tan evidente, es que la naturaleza tome acciones para regresar a su estado anterior a la intervención humana, lo que pondrá, no a una especie sino a todas, en una calle sin salida.

Las oscuridades lingüísticas nos sugieren que somos portadores de muchas caras, tantas máscaras que a la palabra le es imposible hacerse transparente, se pierde en los espacios discursivos.

El cronotopo de los discursos

El filósofo y semiólogo ruso Bajtín (1895-1975) introdujo la idea de que en toda novela hay un tiempo y un espacio interior al discurso, denominándolos *cronotopo del discurso*. Esta categoría bien puede extenderse a cualquier actividad humana que necesariamente está enmarcada dentro de un espacio y tiempo que le son propios y, en muchos casos, difieren del conjunto. Cuando ello no entra en articulación con el entorno se produce una ruptura, tal resquebrajamiento fractura la realidad, y eso es lo que, al parecer, le viene ocurriendo a la problemática del medioambiente. Hay un cronotopo del discurso filosófico que, en su mayoría, está alejado de la realidad ambiental, el cual luce dislocado y desbordado del espíritu de la época, igual acontece con el cronotopo de los hombres que, en pocas ocasiones, se ajusta a lo ambiental. Tres discursos que suelen ir a sus propios ritmos, la descarnada trinidad se desvanece en un deslucido e inconexo tríptico.

El presente es más pobre que el futuro y el pasado, la pobreza del presente nos hace fugar a otros tiempos, emergiendo así un problema del cronotopo del discurso, ese periodo y territorio que no siempre coincide entre los hombres. Por ejemplo, para una organización económica el tiempo es dinero, posibilidad para imponer un producto o estilo cultural, para un grupo religioso es purificación, para el medio ambiente constituye un decurso inapelable para la muerte o andamiaje para la vida, y al cabo

que para la filosofía, salvo unos esteparios, el tiempo es un magma para sus reflexiones metafísicas. Con el espacio sucede algo similar, para la industria representa un ámbito de maniobras, a la filosofía le simboliza otro fundamento para los devaneos etéreos, mientras que para el medio ambiente el espacio que se contamina le significa riesgo en su equilibrio y para su recuperación requiere de mucho tiempo, más del que el hombre está dispuesto a conceder.

Para Savater en el texto *Mitos y fantasmas del fin de siglo*, ahora el mundo está menos contaminado que en el siglo XII, no existen las pestes que se generaban por consumo de agua contaminada, aclarando que “de modo que ecológicamente no es verdad que nuestro mundo sea mucho peor que el de hace cuatro o cinco siglos”. Distingue que la sobrepoblación, la utilización de combustibles fósiles, la deforestación de la Amazonía, la destrucción de la capa de ozono, el aumento de basura y las mismas guerras nos exponen al peligro ambiental. Se concluye que, por un lado hay menos riesgos del surgimiento de una pandemia, pero, por el otro, se percibe una desolación por la finitud y riesgo en que están los recursos renovables y no renovables.

Esta observación venida de un pensador de la ética no puede pasarse por alto a simple capricho. Es necesario reconocer que, en efecto, se han provocado daños el ecosistema, cuyos límites de resistencia aún no alcanzamos a comprender, puesto que de seguir en tales lógicas devastadoras deberíamos irnos preparando para situaciones descomunales e inenabables en sus devenires, así existan mayores expectativas de vida. Da la impresión que a más años de vida humana, menos futuro ambiental, paradoja que, muy al estilo medieval, sigue sin resolverse.

Boaventura (1998) en su libro *De la mano de Alicia*, asevera que la degradación ambiental se da entre otras cosas por la intensificación de los cultivos de exportación, la destrucción de los bosques tropicales aunada a la poca conciencia de reforestación, la explosión demográfica y la globalización de la eco-

nomía. Destaca que los países del norte se *especializan* en la polución industrial y quieren exportar esa polución hacia los países del sur. Tómese en cuenta lo sombrío de la expresión *especializan*, lo que muestra una racionalizada idea de destruir y hacer dinero a todo costo, en una evidente continuidad de la propuesta de Maquiavelo, importa el fin, no los medios.

Savater y Boaventura, en sus reflexiones, algo dedican a la problemática del medio ambiente, pero, evidentemente, no es suficiente ante el adverso horizonte que pronostican. Falta mayor presencia discursiva y escrita que llamen, con auténtica fuerza, la atención de la —venida a menos— masa de pensadores.

Aquí ya no se podría continuar sindicando, sino que se exige una acción mancomunada, ahí sí globalizada. Lo que sucede es que el hombre no ha logrado comprender la expresión *progreso* al lado de la seguridad o la integración, esto por no extender la lista. El cuestionamiento es fundamental, vale interesarnos por saber qué estamos entendiendo, tanto desde lo negativo como desde lo posible en potencia por: filosofía, ética, estética, ciencia, política, economía, educación, seguridad, integración, medio ambiente, mito y ¿progreso?

A veces no hay ninguna ética, filosofía o política a las cuales se les pueda preguntar por las cosas. El progreso es medio o es fin, ¿cuándo se puede hablar de progreso? El interrogante hay que cuestionarlo de muchas maneras posibles, para encontrar aproximaciones desde los modelos investigativos existentes y emergentes. ¿Cuál es el cronotopo del progreso? Tal vez ni lo necesitamos.

Internet ha hecho tanto o más por la democracia que la misma política, tal es el caso de la problemática ambiental que viene siendo observada por varias páginas web, allí es posible calcular cuantas toneladas de gas carbónico estamos arrojando a través de la energía eléctrica o por el uso de vehículos entre otros, ello para generar una conciencia ecológica, reconociendo cada persona puede

ser menos contaminantes, e incluso, si lo desea contribuir económicamente para implementar tecnologías limpias, sin desconocer que cualquier exceso es peligroso.

INSINUACIÓN CUARTA: OMNIS SATURATI MALA, TODO EXCESO ES MALO. DELIRIO HISTÉRICO

Las exuberancias obnubilan, el exceso de presencia o el exceso de carencia afecta a los individuos, pudiendo desencadenar delirios. ¿En qué consiste el desarrollo sostenible, sostenido, sustentado o sustentable? Los beneficiados son unos cuantos, los restantes pagan las consecuencias. ¿Qué gobierno o cuál pulpo financiero está midiendo las pérdidas ambientales en el privilegio que se da al desarrollo sobre la sostenibilidad? Aunque no es suficiente saber las estadísticas. ¿Dónde duermes filosofía? En la cama de los filósofos, responderá un bufón de aquellos que junto a los rapsodas, y sin solaparse, levantaron voces aún a riesgo de sus vidas. A lo mejor, la filosofía podría estar durmiendo por fuera del ámbito de los profesores de filosofía, por fuera de lo que por tradición nos han vendido por amor a la sabiduría, quizá, el horizonte se encuentre a su espaldas.

La historia como horizonte a las espaldas

Ver la historia como un horizonte a las espaldas implica entender que nuestras respuestas al futuro las tejemos y extraemos del pasado, ahí está la fuente, en un *conocer* en conciencia histórica, en un *sentir* la responsabilidad social, en un *decir* en trascendencia individual y en un *actuar* en solidaridad universal. A la postre, el hombre está poblado de contradicciones, para ello, disipar la idea de unicidad es fundamental, puesto que mirar desde una sola perspectiva y ver el medio ambiente a modo de lenguaje universal es pretender reducir en su nombre. Así como en nombre de la democracia se han cometido iniquidades o impetrando algún credo se ha llegado a incontables atrocidades, puede

sucedir que invocando la urgencia de proteger el medio ambiente se intenten barbaridades disímiles como querer desaparecer a quienes no enfilan el pensar o las acciones a los propósitos protectores. De igual forma se podrían mutar especies o productos agrícolas sin estudiarse las consecuencias de tales pruebas, algo de ello se percibe en los cultivos transgénicos o con la clonación. Que se sepa, muy pocos son los que protestan por las infamias que soportan los animales en los laboratorios. En la extendida hipocresía todo se silencia dizque por el llamado beneficio humano.

Llegar al extremo de la renuncia de universalidad puede ser una demanda a la humanidad, implica no ver el medioambiente a modo de reflejos de imágenes que pueden ser infinitas o desaparecer ante la presencia de las sombras. La reflexión, en palabras de Heidegger, persigue lo idéntico, reflexión y subjetividad se copertenecen, entonces ¿Medio ambiente y filosofía se integran o se excluyen? Es probable que las respuestas existan, pero su debilidad es manifiesta ¿Cuáles son las imágenes, los espejismos y las defenestraciones de la filosofía y del medio ambiente? Se requiere reflexionar al respecto no para perseguir lo idéntico o esconderse a lo diferente, sino para hallar articulaciones o complementariedades, a lo mejor, un sueño de rapsodas.

INSINUACIÓN QUINTA: EL SUEÑO EN RAPSODIAS

Podría ser que nos están faltando rapsodas ambientales. Ana Patricia Noguera (2004) en su libro *El reencantamiento del mundo* indica que las prácticas eco-culturales presentes a lo largo del tiempo de occidente, reflejan el constante sentimiento de dominio que sólo se expresa ante aquello que está por conquistar. Desde esta óptica no puede pasarse por alto que la postconquista tiene varias fases, la primera es la de estatuir el nuevo orden que es viejo, o sea el que se trae, la segunda, mantener, conservar lo conquistado, la tercera es la de desprecio y destrucción de vestigios, finalmente se puede llegar a una etapa de valorar lo que se destruyó e incluso llegar a pensar en revivirlo en una especie

de culpa consentida pero no siempre admitida. Entonces, conquistada o dominada, la naturaleza se pasa a su desprecio, a su olvido, para que luego surjan los nostálgicos a exigir un reencantamiento, en una necesidad de volver a lo que se tenía; es, ni más ni menos, que el dolor de la ausencia, el peso de la culpa, que tampoco es suficiente porque el poder tiene su propia teoría que no parece cercana a la del sentido común.

Teoría del poder en filosofía-medio ambiente

Los filósofos no han hecho más que interpretar de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de transformarlo.

Karl Marx

El poder de la teoría, como en tantas fases, de nuevo entra aquí a flaquear ¿Cuál es el poder de la filosofía? ¿Cuál es el poder del medio ambiente? Estamos frente a una realidad difusa, un reflejo de espejo, una imagen que se desvanece ante cualquier amenaza de sombra. Aún conservamos, y sin mucho esfuerzo, un filosofar de orden metafísico, muy distanciado del hombre, en tanto que la tierra se desvanece con sus filósofos oscurecidos.

Esta crisis de volver a una edad media no sólo afecta a la filosofía como lo referencia María Dolores Fígares, en el texto *La nueva Edad Media*, donde nos indica que también hay paralelismos en el ámbito de la cultura. En la pasada Edad Media nos encontramos un ambiente de muchas discusiones, tremendas disputas escolásticas por mínimos matices en la expresión, grupos religiosos divididos, corrientes enfrentadas y duramente en pugna por pequeñas definiciones dogmáticas, por pequeños añadidos a ciertas frases evangélicas. Y bueno, al amparo de ella, diremos que sí parece certero, puesto que en filosofía se presentan pequeñas disputas o ruidos, mientras que los grandes temas no se abordan con la entereza del caso tal como sucede con el medio ambiente.

Todo lo anterior conlleva a la tonada popular que dice: “Lo fácil se aprende enseguida, lo difícil nos cuesta la vida”, será por ello que se mundializa lo negativo o light con extrema velocidad, al cabo que las grandes dificultades no se leen a tiempo. ¿Qué debemos hacer para mundializar una ética por la vida, una filosofía por el acontecimiento? Una que conlleve al respeto por lo ambiental. Mèlich (2001), en su texto *La ausencia del testimonio*, entiende la ética como una relación, una acción, una forma de responder al otro y del otro. Así, entonces, el otro no puede ser una mera figuración mental.

Para Patricia Noguera, la filosofía ambiental debe entrar en la dimensión poética-estética de la memoria del mundo. Refiere que, más que un cúmulo de conceptos fríos, la filosofía ambiental debe poetizar las relaciones entre los seres humanos y la tierra, construyendo una ética-estética del respeto, del agradecimiento, de la emoción y del culto. El llamado urgente de esta pensadora, no ha tenido el eco suficiente, puesto que los filósofos, en bastantes casos, nos dedicamos a congelar ideas, a momificar conceptos para luego traficar con ellos y, quizás por eso, no poetizamos en renovación para reencantar al hombre, para hacerlo sentir dueño y responsable del mundo, aún no sabemos cómo reforestar el cerebro humano.

INSINUACIÓN SEXTA: REFORESTAR EL CEREBRO

Plantar expresiones no dichas para no dejar ampliar el desierto del cerebro, generar tsunamis que movilicen pensamientos, oxigenar las ideas en un pensar ecológico que perdimos o que quizás nunca tuvimos. Si en palabras del dramaturgo francés Antonin Artaud, “yo soy lo incapaz del pensamiento”, ¿dónde radica la incapacidad del pensamiento humano para vivir en articulación con el medio ambiente? Las incapacidades del pensar filosófico en relación con el medio ambiente son alarmantes, parece haber un oscurantismo, un vedamiento no denunciado en el debatir filosófico sobre lo ambiental.

Pensadores dominados

Al existir un pensador dominado no aparece la crítica abierta de los filósofos a potencias como Estados Unidos, Rusia, China, India, Corea, Paquistán o Francia entre otros por sus prácticas nucleares y las subsecuentes o posibles tragedias ambientales. ¿Quién o qué domina a los filósofos actuales? El mito, la metáfora y el arte podrían ayudar a encontrar respuestas a este planteamiento.

Tampoco se ha exigido a los ejércitos de países ricos y pobres la retribución por los daños causados al entorno al emprender ensayos guerreristas, los cuales irrumpen en cualquier lugar sin medir el impacto de sus acciones, sólo se piensa en aniquilar al enemigo, así se deba aniquilar el medioambiente. Lo mismo sucede con algunos grupos terroristas e incluso gobiernos que se financian con cultivos ilícitos para lo cual destruyen los hábitat, salvo sus enemigos declarados, raros son los filósofos que han fijado posición contra este tipo de vandalismos, como quien dice: en la guerra todo es permitido y el silencio admitido, ya se sabe que lo primero que se empobrece en la guerra es el lenguaje.

En la naturaleza nada ocurre en forma aislada, cada fenómeno afecta a otro, escribió Engels. Si lo anterior es una ley, entonces los filósofos han de comprender que el silencio generalizado tendría sus efectos tanto en lo ambiental como el poder lingüístico que aún se les asigna. La responsabilidad de tener un conocimiento es ponerlo en circulación, es hacer en su nombre lo que es debido, esa es una norma ética que un pensador no puede soslayar.

INSINUACIÓN SÉPTIMA: *TEMPUS FUGIT*, EL TIEMPO VUELA. MITOS QUE HECHIZAN

Las culturas han tenido innumerables dioses que protegían el medio ambiente, destinados a interceder y en ayudar a los hombres o en su caso controlarlos frente a sus atrocidades. La mitología griega rica en hipérbolos no escasea en divinidades de orden ambiental, Neptuno, dios de los mares; Apolo,

de la agricultura y los rebaños; Hefestos, del fuego; Démeter, de la tierra cultivada; Dionisio, del vino y de la vegetación; Artemisa, de la Caza; semejante panteón ecológico indica el sitio que para los helenos ocupaba el medio ambiente. Como si ello no fuera suficiente poseían las Ninfas, hijas de Zeus, que personificaban las fuerzas de la naturaleza. Eran las deidades de los bosques, los ríos, las fuentes, las montañas, los árboles, los cultivos, la caza, etc., y recibían nombres especiales según la función asignada. Las más conocidas eran las Náyades o ninfas de las fuentes y de los ríos, las Nereidas o ninfas del mar, las Oceánides o ninfas de las montañas, las Hamadriades o ninfas de los árboles. Se las representaba en la forma de mujeres jóvenes de gran belleza y semidesnudas. En su honor se erigían templos o altares en los bosques, junto a los ríos y las fuentes. En lo opuesto estaban las sirenas que encantaban a los marinos para devorarlos y los sátiros o demonios de los bosques borrachos, libidinosos y peligrosos para la convivencia, de ellos nació el género poético la sátira. Hoy precisamos de ninfas que cuiden la naturaleza, puesto que de sátiros no andamos mal. Visto así, nos falta construir puentes entre las épocas, conectores para comprendernos en los medios y en los extremos, en las carencias y en las exuberancias, en las negaciones y en las afirmaciones.

La anterior referencia debería servirnos para preguntarnos el porqué esas culturas erigieron tales dioses para proteger la naturaleza. Es probable que sabiendo la procacidad del hombre, optaron por ingeniarse a unos dioses para decirles a los humanos que no podían sobrepasarse o sobreexplotar su entorno, puesto que recibirían su castigo. En tal caso, precisamos aprender más simbología de las antiguas culturas y sus deidades protectoras e interventoras. Algo nos ocurrió que no volvimos a erigir guardabosques a escalas religiosas, políticas o filosóficas, a lo mejor, a pocos les interesa salvar el mundo.

Para salvar el mundo

Andrew Zolli comenta que se sabe que empieza a escasear el agua potable, los combustibles fós-

les, la tierra cultivable, el aire limpio, el aluminio, el acero e incluso la silicón. Esto que parece una mala noticia también podría ser favorable en la idea de ingeniar productos ecológicos más duraderos y, por lo tanto, menos contaminantes. Eso nos forzará a volvernos mejores para extraer, reciclar y usar materiales sustitutos. ¿Qué hace la filosofía al respecto? Quizás bastante si la miramos desde el reciclaje de ideas y la tendencia a reutilizarlas cuantas veces sea necesario. ¿Dónde se encuentran los filósofos para aventurarse a explorar estos asuntos? Esperamos que no anden recogiendo rocas para subirlas a lo alto de la montaña para dejarlas rodar como refiere el mito.

Si existen filtros que purifican las aguas del alcantarillado en 100%, qué pasa con las ciudades del tercer mundo que poco hacen por descontaminar las aguas que impunemente vierten a los ríos. Falta ejercicio académico de ciudad. Ahí es donde debería aparecer el filósofo para indagar por la responsabilidad de los gobernantes. No es seguro que necesitemos hombres pensando en almas, en Platón e ideas eternas, en Kant y sus imperativos, en Nietzsche y la muerte de dios o en Hegel y lo absoluto, pero sí es evidente que requerimos filósofos terrenales, ocupados por las calidades de los gobernantes en el manejo de los recursos, en la igualdad de oportunidades, en el acceso a la educación, en fiscalizar las decisiones de la justicia, en promover el respeto por la vida, en evitar nuevos campos de concentración o exterminios masivos e intrigarse por la preservación del medio ambiente, cuando menos.

Existen tarjetas de transacciones financieras que informan cuánto se está contaminando el entorno con la compra de un producto, y a su vez, sugiere suministrar un dinero para plantar árboles y resarcir el daño causado ¿será que necesitamos componentes similares a estos para que nuestros filósofos sepan cuánto están aportando en la contaminación de ideas? ¿Cuánto están haciendo para descontaminar su mundo? ¿Qué vienen emprendiendo para ocuparse de la realidad ecológica? Hay vestuarios que protegen la salud de las personas, pero aún no tenemos dispositivos creíbles ni suficientes pensa-

dores que estén vigilando como cuidar la salud del planeta.

Por otra parte, aparecen los cultivos transgénicos que tampoco han sido abordados desde el pensar filosófico con adecuada autoridad. Esas mutaciones genéticas se le dejaron a la industria, a la agricultura, pero el debatir filosófico no se ha hecho sentir con suficiente fortaleza al respecto. De seguro, ello se opone al pensar débil propuesto por Vattimo (2002), más bien constituye un concebir en abatimiento, en una prolija pereza.

Para Heidegger, el olvido más profundo es no-recordar, entendido en un abandonar la imagen que consigo se trae, es el estar fuera de lo sucedido. ¿Cuáles serán los elementos de olvido del pensar filosófico en torno al medio ambiente? Esperemos que no todos.

Esto podría propiciar una expulsión de realidad, dada, bien por exceso, bien por defecto, la cual precisa leerse con abundante amplitud para no caer en un estrechamiento conceptual. Es indudable que la existencia, en un llevarse-a-sí-mismo, implica la movilidad con y en otros. En ese caso ¿Estás en deuda filosofía! De seguir así, los filósofos estaremos en proceso de desaparición y, de pronto, al estilo de los dinosaurios, moriremos antes que el medio ambiente o que aparezca el órgano sugerido por Engels.

Se requiere hacer una perlaboración, la cual designa un proceso psíquico que integra una interpretación del acontecimiento, y se va más allá de las resistencias que ella suscita. Se trataría de un trabajo mental de maduración, ligado a una nueva visión de las cosas que permitiría abandonar ciertos hábitos adquiridos como la repetición neurótica que conduce al desborde de la razón. La perlaboración pide tiempo para realizarse, un lapso cronológico que depende del ritmo biológico y psíquico de cada uno. Estamos sobrediagnosticados y no hemos perlaborado lo suficiente para enfrentar el problema medioambiental tanto desde lo filosófico como desde cualquier ciencia; por fortuna, aún podrían aprovechar el día.

INSINUACIÓN OCTAVA: CARPE DIEM, APROVECHAR EL DÍA

La expresión latina *carpe diem*, designa aprovechar el día, si ello es posible ¿cómo podremos aprovechar el día para no perder los años? Esos siguen siendo caminos de prueba, de ensayo-error. ¿Cómo aprovechar la oscuridad para encontrar la luz? Sabemos que dentro de un extremo dormita el otro. ¿Cómo aprovechan el día los filósofos? Tal vez dando clases de filosofía, hablando de muertos célebres, hablando de pensamientos renovados gracias a su presencia anquilosada o describiendo un mundo perfecto, mientras el mundo y ante todo el hombre se derrieten a sus pies.

Aprovechar el día no al estilo utilitarista que tanto nos aqueja, aprovechar el día para llegar a tiempo o, al menos, para reducir tantas amenazas ambientales que se ciernen si se deja correr el tiempo con la paciencia de Job o con la impaciencia de los capitalistas que, para colmo, van o vamos siendo bastantes.

Hasta en la tragedia griega hubo vigilia sobre lo ambiental, de allí se extraían enseñanzas para la vida cotidiana, como cuando Hemón le dice a su padre Creonte/Sófocles (2006: 150) “Mira en invierno a la orilla de los torrentes acrecentados por la lluvia invernal, cuantos árboles ceden para salvar su ramaje; en cambio el que se opone sin ceder, éste acaba descuajado”. La tragedia de no asumirse por no verse descuajado es típica del filósofo que se ablanda o acobarda ante el abismo, claro, en este siglo XXI, el abismo puede ser la compra de la conciencia, de ahí, el posible silencio de los grandes hombres del pensar frente a la problemática ambiental, de ahí su neoscurantismo. Dejar correr las aguas o dejar correr el tiempo para no asumirse en conciencia histórica como lo reclama Zemelman, es un mal síntoma para el hombre que es viajero entre las nadas del ser o no ser, para el hombre que debe asumir posiciones cuando así las circunstancias lo exigen y mucho peor para el hombre filósofo que se supone tiene un conocimiento para cuestionar los problemas de su tiempo. El exceso de pragmatismo no deja anclar el amor de los marineros así como el exceso de

viento no deja descansar a las olas. ¿Si todos están despiertos quién soñará?

INSINUACIÓN NOVENA: VITA FLUMEN, LA VIDA FLUYE. NO EXCEDER LA VIGILIA

La vida fluye en corrientes, espasmos, rupturas, a contrapelo. La vida fluye en el tiempo sustentada en energías y verificada en la materia que adquiere formas, estas formas al ser alteradas en sus ciclos internos conllevan a otros estados que muchas especies no soportan, ingresando a una oscuridad infinita.

Al dar una mirada a los diferentes gobiernos del mundo —se pueden incluir pequeñas o grandes ciudades— aparece alguna ocupación por el medio ambiente, pero las acciones no son consecuentes, ni siquiera, en la mayoría de los casos, conducen a confrontar la problemática, más bien parecen espacios perfecto para hacerle propaganda a las autoridades locales, porque dejan ver un avance en la protección ambiental, lo cual no es comprobable o tan siquiera creíble. Frente a estos casos o los grandes derrames de petróleo o las mismas crisis nucleares, la pregunta por la filosofía, por los filósofos que estarían destinados para hacer preguntas, así fueran rutinarias o primarias, no aparece; los filósofos duermen su santa oscuridad, duermen su propia crisis de humanidad, duermen o dormimos nuestra propia agonía de realidad, por no decir, de humanidad.

Advierte Carrasco (2010: 21) que “existe un uso irracional de recursos no renovables, concentración de servicios públicos, así como un crecimiento y dispersión de habitantes por todo el suelo urbano y no urbanizado”. Esto parece una denuncia interminable de lo que se avecina, de lo que devendrá al planeta Tierra, mientras muchos hombres de filosofía insisten en pensar sobre la cuadratura del círculo y no levantan voces frente a la amenaza.

El no levantar voces, como sucedió con la filosofía en la edad media, en relación con la imposición reli-

giosa, o en este siglo XXI en el neoscurantismo filosófico en cuanto a la crisis ambiental, es dejar que ocurran los hechos, es bajar la cabeza como lo hace el avestruz cuando se observan los riesgos, es ser altamente irresponsable. ¿Será que toda civilización debe pasar por un periodo oscurantista? ¿Será que las épocas tienen el problema de las escuelas de pensamiento, el surgimiento de los neos? También cabe preguntarse si toda especificidad del conocimiento que, para colmo, también embarga a la filosofía, debe pasar su propio periodo oscurantista. Esto, porque el renacer de la filosofía no aparece ni se intuye, se dejó ahogar en la tecnocracia del pensar, en la tecnología de la palabra.

Apenas se anuncia una oscuridad ambiental ejecutada por las multinacionales, patrocinada por los gobiernos y silenciada por la filosofía, la que se supone es la gran águila vigilante, mostrando con sus carencias que viene en regreso al medioevo y ratificando aún más el apotegma de Nietzsche: “toda filosofía es una filosofía de fachada”. ¿Hasta cuándo? La paciencia suele tener sus límites ¿Estamos en la edad media de la filosofía y del medio ambiente? Es probable que la circularidad no se dé con la misma exactitud, pero si emergen puntos en común. ¿Cuándo nos llegará el renacimiento? Aunque no está claro que se requiera. Los horizontes ambientales deben reconocer que la oscuridad es ausencia de luz y que los hombres tienen la lumbre para iluminarse e iluminar, para conquistar y para conquistarse.

Yo soy aquello que siempre debe conquistarse a sí mismo.

Frederic Nietzsche

FUENTES CONSULTADAS

- Boaventura de Sousa, Santos (1998). *De la mano de Alicia*, Ediciones Uniandes, Bogotá DC.
- Carrasco Aquino, Roque Juan (2010). *La sustentabilidad y las ideas oníricas*, Plaza y Valdés, México.
- Engels, Federico (2000). *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, Libros Piamonte, Bogotá.

Espejel Rodríguez, Adelina y et ál. (2010). *La problemática ambiental de la cuenca del río Zahuapan*, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Universidad de Camagüey e Instituto Politécnico Nacional, México.

F. Fígares, María Dolores. *La nueva edad media*, editorial-na@arrakis.es. Disponible en: <http://www.revistaesfinge.com/>

González González, Miguel A. (2008). *Horizontes de la praxis didáctica*, Universidad de Manizales, Colombia.

_____ (2006). *Visión de filósofos y literatos sobre el devenir de la universidad*, Universidad de Manizales, Colombia.

Gray, Jeffrey A. (1971). *La psicología del miedo*, Ediciones Guadarrama, Madrid.

Hayman, Ronald (1998). *Nietzsche*, Norma, Bogotá.

Heidegger, Martín (2000). *Nietzsche*, tomo 1 y 2, Ediciones Destino, Barcelona, España.

Mèlich, Joan-Carles (2001). *La ausencia del testimonio*, Anthropos, México.

Noguera, Ana Patricia (2004). *El reencantamiento del mundo*, Gráficas JES, Manizales.

Quintar, Estela (2006). *La enseñanza como puente a la vida*, Editorial Instituto de Pensamiento y Cultura Latinoamericana, México.

Sófocles (2006). *Edipo Rey. Edipo en Colona y Antígona*, Editorial Tomo, México.

Vattimo, Gianni (2002). *El pensamiento débil*, Ponencia, Editorial Universidad de Caldas, Manizales.

Zemelman, Hugo (2002). *Necesidad de conciencia*, Editorial Anthropos, México.

Zolli, Andrew (Junio 2007). “Negocios del Futuro”. *Revista Avianca*, Bogotá.

Xingjian, Gao (2001). *La montaña del alma*, Editorial Planeta, Barcelona.

Páginas de internet

- <http://www.portaldelmedioambiente.com/>
- <http://www.ambiente.gob.do/>
- <http://www.medioambiente.cu/>
- <http://www.horizonteshumanos.org/>
- <http://www.misrespuestas.com/que-es-el-medio-ambiente.html>
- <http://www.ambiente.gov.ar/>



<http://www.medioambiente.net/>
<http://www.consumer.es/medio-ambiente/>
<http://www.medio-ambiente.info/>
<http://www.blogdemedioambiente.com/>
<http://www.gobiernodecanarias.org/cmayerot/medioambiente/index.html>

http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/
<http://www.portalmedioambiente.com/>
<http://www.pnuma.org/>





Ladrilleras artesanales en el Estado de México. Emisiones contaminantes

14

Óscar Norberto Sánchez Hurtado
Luis Raúl Tovar Gálvez
María Eugenia Gutiérrez Castillo

INTRODUCCIÓN

Tanto en México como en otros países en desarrollo la industria ladrillera tradicional es una fuente importante de contaminación del aire, y por lo tanto, tiene directa responsabilidad en los problemas de calidad del aire de las regiones donde se desarrolla, además de ser contribuyente de la contaminación atmosférica de las ciudades cercanas (Dasgupta et ál., 1998; Blackman et ál., 2000).

La manufactura de ladrillos a pequeña escala, también denominada *artesanal*, es una actividad necesaria en muchas localidades de América Latina, debido al contexto económico y social que la circunscriben. La fabricación de ladrillo por procesos artesanales es una actividad que crece considerablemente alrededor de regiones rurales o periurbanas y de zonas geográficas cercanas a la fuente de su materia prima (yacimientos de arcilla), que provee empleo a cientos de personas, predominantemente trabajadores de sectores sociales vulnerables de alta marginación, pobreza y bajo nivel educativo. Se ha reportado que aproximadamente 35% de la actividad la desarrollan mujeres y niños. En México, como en el resto de los países en desa-

rollo, las ladrilleras tradicionales corresponden a un sector industrial informal (no organizado), no regulado, no reconocido por el Estado y por consiguiente excluido de las políticas públicas sociales, económicas y ambientales (Blackman y Bannister, 1998; Blackman et ál., 2000).

El proceso de producción artesanal de ladrillos se considera como no tecnificado o de baja tecnología; se practica sin un control de calidad estricto; tiene ineficiente uso de energía, puesto que para la fase de cocción de ladrillos utiliza combustibles de bajo costo; con alto impacto ambiental en hornos de baja eficiencia energética, debido a que se quema desde llantas, aceites usados, leña, aserrín, residuos industriales, plásticos y hasta casi cualquier material orgánico de desecho. Como el calor dentro de los hornos no se distribuye adecuadamente se presenta una gran pérdida en sus paredes aislantes, lo que genera altos consumos de combustible, mayor tiempo de cocido y emisión de múltiples contaminantes por periodos prolongados, lo que impacta negativamente en la calidad del aire, cuerpos de agua, suelo y la salud de las poblaciones. Las

actividades de este sector ladrillero son además extremadamente agotadoras y mal pagadas, los productores están siempre bajo notable presión para reducir precios, aun a costa de asumir el riesgo de un impacto ambiental negativo o de minimizar los salarios que ofrecen a sus empleados (Bickel, 2010; Oliver, 2011).

El principal impacto ambiental que genera la fabricación de ladrillos es sobre la calidad del aire y en segundo lugar sobre la morfología del terreno. En el primer caso debido principalmente a las emisiones de humos negros procedentes de los hornos sin chimeneas, que no permiten evaluar directamente las emisiones; en el segundo porque la explotación de las canteras produce excavaciones que afectan el paisaje, la estructura y configuración del terreno, lo que ocasiona deforestación, pérdida de la capa productiva del suelo, y erosión (Casado, 2010).

Las regularizaciones económica y ambiental de los productores artesanales de ladrillo son difíciles por los medios convencionales debido al tamaño, número y dispersión geográfica de sus establecimientos, además formalmente no existe un censo preciso de su localización, son marginalmente rentables y el contexto social y económico de los trabajadores en esta industria no permite cambios importantes. No obstante, es prioritario que las autoridades identifiquen a este emisor de contaminación en los inventarios de emisiones nacionales de una forma más precisa y que con fundamento en sus condiciones socioeconómicas analicen diversas estrategias y coordinen esfuerzos conjuntos y participativos con los productores para reducir y controlar sus emisiones (Oliver, 2011).

Se han aprovechado diversas metodologías para calcular la emisión de contaminantes al aire de actividades y procesos específicos; para el caso particular de las emisiones de fuentes de área (en todas sus categorías) no existe un método único que pueda manejarse. Por consecuencia, se han descrito y aplicado diferentes metodologías, dentro de las más comúnmente utilizadas tenemos al muestreo en fuente, modelos de emisión, encuestas, factores

de emisión (datos promedios estimados por giro industrial), balance de materiales y extrapolación (Radian International, 1996 y 1997). La elección del método depende de los datos disponibles (calidad y cantidad), de la categoría de las fuentes emisoras, de estudios y métodos desarrollados o propuestos por instituciones gubernamentales o por el sector industrial. En principio, la estimación de las emisiones debería provenir del mejor método posible, es decir, preferentemente de aquél que proporcione mayor información del sitio específico (ej. muestreo en la fuente) y que sea representativo de las operaciones normales (Ávila et ál., 2002; OME, 2002).

Las mediciones continuas directas de fuentes de emisiones a través del muestreo en chimeneas y análisis en laboratorio es un enfoque claro y el método más usado pues proporciona resultados precisos como principal ventaja, no obstante, es costoso y los requisitos de facilidades instaladas que requiere su ejecución es alta; en el contexto de los estudios de manejo ambiental puede demandar demasiado tiempo y costos e incluso ser poco práctico para determinadas circunstancias o para realidades como las que se presentan en el caso de los hornos de las ladrilleras artesanales ubicadas en lugares apartados. Además, la baja o nula frecuencia de las mediciones *in situ* hacen que esta técnica sea menos adecuada para el cálculo de emisiones anuales. Es por ello que se recomienda utilizar el método de medición directa en los casos donde sea técnica y económicamente factible y en los casos donde no sea aplicable se recomienda la estimación de concentraciones de emisiones gaseosas de combustión mediante factores de emisión, a pesar de sus limitaciones (OME, 2002; IDNR, 2011).

Los estudios en materia de emisión de contaminantes, criterios derivados de ladrilleras tradicionales, son escasos en México y la mayor parte de ellos han centrado su atención en la estimación de emisiones del proceso de combustión (que tiene lugar en los hornos durante la cocción de ladrillos, por ser la etapa del proceso con mayor contribución a las emisiones). El cálculo se ha realizado a través de factores de emisión relacionados con el consumo de combustible, asumiendo que todo el sector

utiliza el mismo tipo de combustible y que la composición química de éste no presenta variaciones estacionales (Radian International, 1997 y 2000; SEEM, 2001; TCEQ, 2002 y 2003; Semarnat-INE, 2004; Wolf et ál., 2008). Muy pocos estudios ajustan los valores de estos factores de emisión a través de mediciones en campo y de estudios experimentales (Stewart, 1997; Christian et ál., 2009). Asimismo la mayoría de los trabajos se han realizado con el objetivo de apoyar y mejorar el nivel de resolución de los inventarios de este sector industrial y son principalmente los estados fronterizos de México con Estados Unidos los que cuentan con mayor información. Como la mayor parte de los estudios realizados fueron de carácter preliminar o de aproximación al entendimiento del sector ladrillero artesanal la estimación de emisiones vía factores de emisión se ha realizado asumiendo: a) una relación lineal entre las emisiones y los niveles de actividad de la quema de combustible en los hornos; b) la información requerida se ha obtenido mediante la aplicación de encuestas al sector industrial o con datos reportados para este giro; y c) considerando básicamente leña y sus derivados como combustible, lo que lleva a estimar emisiones potenciales más que emisiones reales.

En este contexto, el estudio aquí descrito presenta la estimación de las emisiones derivadas de la producción de ladrillo en once municipios del Estado de México a través del uso de factores de emisión relacionados con parámetros del proceso de producción —ej. cantidades de ladrillos producidos, de acuerdo con lo reportado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA)—, los datos se confrontan con la información reportada en el estudio de referencia realizado en el año 2000 por la Secretaría de Ecología del Estado de México (SEEM), organismo gubernamental que utilizó factores de emisión asociados con el consumo de combustible. Del mismo modo, las emisiones estimadas para este giro industrial en esta región se compararon con lo reportado para este mismo sector en Ciudad Juárez, Chihuahua; el propósito final fue identificar diferencias y convergencias en la actividad artesanal ladrillera en ambos estados y

analizar las consecuencias de las distintas conclusiones que pueden resultar.

LA INDUSTRIA LADRILLERA EN MÉXICO

La fabricación de ladrillo en el país se ha caracterizado por ser una actividad artesanal. Se estima que las ladrilleras artesanales son responsables de entre 30 y 50% de la producción nacional de ladrillo, insumo principal del sector industrial de la construcción, que constituye uno de los motores del desarrollo económico de los centros urbanos. Una importante proporción de las ladrilleras en México se localizan en las periferias de zonas urbanas, pero generalmente dentro de colonias abandonadas y marginadas, carentes de cualquier tipo de apoyo económico y tecnológico (Romo et ál., 2004).

La manufactura de ladrillo es manual, no sigue un control de proceso y el personal que fabrica el ladrillo suelen ser los miembros de la familia, incluyendo a los niños. El proceso tradicional integra fundamentalmente cinco etapas: 1. extracción de la materia prima arcilla (cuyos altos contenidos de silicato de alúmina hidratado dan excelentes cualidades de resistencia a los ladrillos contra el agua y el hielo); 2. preparación de la masa o pasta con arcilla, agua y estiércol (materias primas almacenadas al aire libre); 3. el moldeo que se realiza directamente sobre el suelo; 4. el secado del producto que tiene lugar al aire libre; y 5. el horneado o cocción (que dura entre 48 y 72 horas) se realiza en hornos convencionales a leña que son alimentados con madera, aserrín, combustóleo y aceites gastados, además de diesel, basura doméstica; algunos hornos más modernos emplean gas natural o gas licuado (Cenica, 2002). Adicionalmente los ladrillos, producto final del proceso artesanal mexicano, se consideran de baja calidad, según un diagnóstico de la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact, 2011).

A pesar de que el sector ladrillero artesanal mexicano se organiza como una microindustria, el número total estimado de productores es grande. Diversas

fuentes reportan que a lo largo del país existen distribuidos entre 13 000 y 20 000 establecimientos. Su propia informalidad hace invisibles las cifras de su aporte a la economía. Se considera además que la producción manual de este sector resulta contradictoria, si se toman en cuenta las grandes cantidades de producción que se manejan en el país (Blackman y Bannister, 1998; Semarnat-INE, 2002; Christian et ál., 2009).

El número tan variable de ladrilleras en pequeña escala en México es consecuencia de censos imprecisos. La tabla 1 presenta una comparación de los datos reportados por organismos e instituciones mexicanas en distintos años. Las variaciones en la información revelan la difícil regularización económica del sector; los datos de los censos oficiales sólo reportan las unidades económicas administrativamente registradas, en tanto que los datos reportados por los estados se acercan más a la realidad pues incluyen información tanto del sector formal como del informal. El análisis de la información más reciente (2009 y 2011) muestra un

incremento en el tiempo tanto en el sector informal como el formal y una amplia distribución a lo largo de la república mexicana, pues se ha documentado su presencia en aproximadamente 30 estados; Puebla, Guanajuato y Jalisco son las entidades con el mayor porcentaje de establecimientos. Por otro lado, tomando en consideración los pocos datos reportados respecto a la producción anual de ladrillo por estado se observa que la información no parece corresponder con el número de ladrilleras por entidad (Semarnat, 2011).

El mercado ladrillero de este sector tradicional se extiende no sólo en forma local sino también a nivel nacional; al tratarse de un mercado tan amplio es difícil integrarlo en las evaluaciones ambientales, no obstante un mejor conocimiento de este giro industrial permitirá analizar con mayor precisión la situación de sus actividades. En el transcurso del año 2011 se han intensificado los esfuerzos para agrupar a los actores involucrados en el sector y celebrar reuniones que posibiliten un acercamiento y análisis de la situación actual.

Tabla 1. Distribución de ladrilleras artesanales en la República Mexicana

Estado	Numero de ladrilleras informales		Unidades económicas		Producción anual ladrillos (unidades)
	Semarnat		INEGI		INE 2000
	1999	2011	2004	2009	
Aguascalientes	413	427	27	21	52 680
Baja California N.	210	200	-	61	2 400 000
Baja California S.	-	-	-	24	
Campeche	3	-	-	-	1 200 000
Chiapas	-	120	180	247	-
Chihuahua	581	105	249	292	-
Coahuila	200	350	216	189	-
Colima	-	146	-	23	-
Distrito Federal	-	-	48	19	-
Durango	-	710	-	523	-

Continúa...

Estado	Numero de ladrilleras informales		Unidades económicas		Producción anual ladrillos (unidades)
	Semarnat		INEGI		INE 2000
	1999	2011	2004	2009	
Estado de México	1 002	529	-	650	329 262 000
Guanajuato	-	2 980	699	674	-
Guerrero	-	25	-	98	-
Hidalgo	259	258	50	44	3 218 000 000
Jalisco	-	2 500	1 164	1 812	-
Michoacán	102	-	629	769	-
Morelos	-	-	-	24	-
Nayarit	-	-	131	134	-
Nuevo León	38	-	11	9	4 140 000
Oaxaca		321	-	267	-
Puebla	800	4 316	2 456	2 838	185 000 000
Querétaro	435	592	-	174	40 000 000
San Luis Potosí	-	1 175	-	243	-
Sinaloa	-	-	-	273	-
Sonora	58	-	157	236	600 000
Tabasco	-	-	-	15	-
Tamaulipas	30	10	-	23	960 000
Tlaxcala	-	-	12	20	-
Veracruz	36	-	-	222	-
Yucatán	-	-	-	2	-
Zacatecas	508	-	-	315	91 440 000
Total	4 675	14 764	6 029	10 241	

En México la información sobre la naturaleza, el destino ambiental y los efectos de los contaminantes emitidos por hornos ladrilleros es limitada debido a que las experiencias derivadas de estos esfuerzos no necesariamente han sido documentadas o no se encuentran accesibles para su análisis. Adicionalmente resulta impracticable recopilar datos y estimar las emisiones para cada establecimiento en forma individual y por tanto es difícil clasificar-

las como fuentes puntuales. De tal suerte que están clasificadas como fuentes de área en la categoría *combustión* y no están consideradas como una fuente importante de emisiones debido a que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, además de que liberan a la atmósfera menores cantidades de contaminantes que otros giros industriales. No obstante, existen muchas razones para asumir que las pequeñas plantas son sectores de contaminación intensi-

va dado que muchas de ellas operan con personal poco calificado, en mercados altamente competitivos no regulados por lo que es improbable que el personal se prepare para controlar su contaminación (Dasgupta et ál., 1998).

METODOLOGÍA

Área de estudio

Comprende 11 municipios del Estado de México, principal entidad vecina al DF y de alta contribución en espacio y población al Área Metropolitana de la Ciudad de México (59 municipios, que aportan aproximadamente 56% de la población de la zona y 81% de la superficie que la integra). Del total de los 125 municipios que conforman al Estado de México sólo veinte se dedican a la elaboración de ladrillo: Huixquilucan, Naucalpan, Coyotepec, Teoloyucan, Teotihuacán, Acolman, Chiautla, Chicoloapan, Ixtapaluca, Chalco, Ozumba, Aculco, Temascalcingo, El Oro, Toluca, Metepec, Calimaya, Zinacantepec, Valle de Bravo y Tejupilco. La producción artesanal de ladrillo estimada para estos municipios es de 254 000 000 ladrillos/anuales, con un número total de hornos en

la entidad de 1 263 que emplean 27 000 ton/año de aserrín y madera y 2 000 000 L/año de aceites gastados, y de cuya venta dependen económicamente 12 100 personas (SEEM, 1999, 2001).

Fuentes de información

La selección de 11 de los 20 municipios productores de ladrillo artesanal se basó en la disposición de los ladrilleros para proporcionar información a la Secretaría de Ecología del Estado de México (SEEM, 2001). Estas once entidades pertenecientes a la Zona Metropolitana de Cuautitlán y Texcoco aceptaron integrarse al programa denominado *Control de la contaminación generada por ladrillerías en municipios de los valles de Cuautitlán y Texcoco*. En la figura 1 se identifican y se observa que todos estos municipios forman también parte del AMCM (Área Metropolitana de la Ciudad de México). Los productores ladrilleros de estas regiones proporcionaron información que permitió conocer los problemas y la situación que prevalecía en la entidad derivados de la producción artesanal del ladrillo, algunos de los datos más relevantes se presentan en la tabla 2.

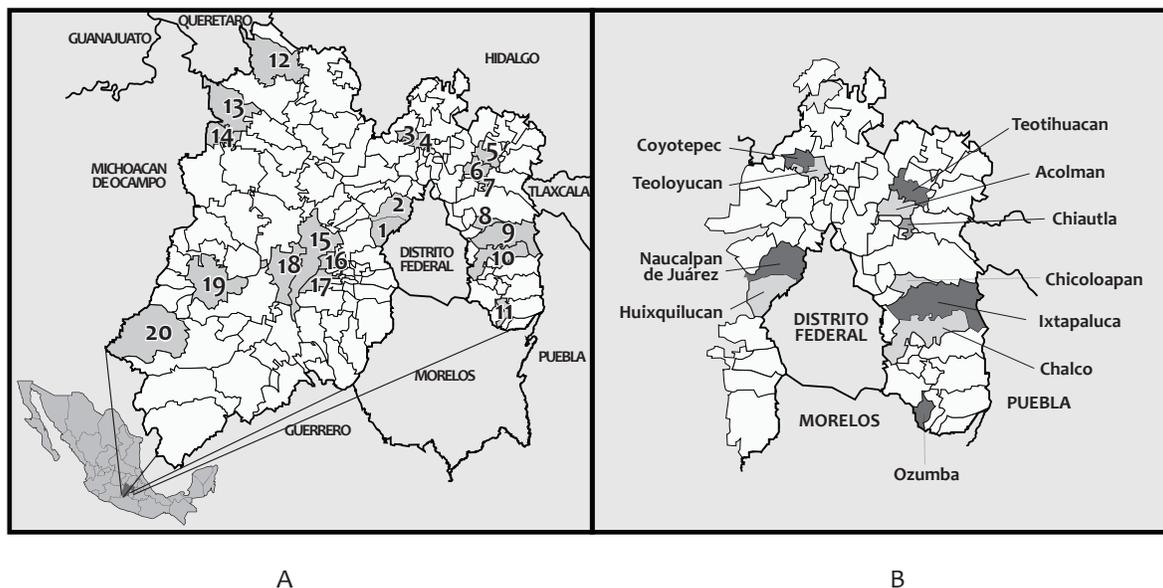


Figura 1. Municipios del Edo. de México:
A) productores de ladrillo artesanal B) seleccionados para su estudio (modificado de SEEM, 2001).

Tabla 2. Información relevante de los municipios del valle Cuautitlán-Texcoco y de las ladrilleras en estudio

Municipio y localización en mapa	Núm. hornos	Combustible empleado	Producción promedio x quema Unidades	Habitantes (año 2005)
Chalco 10	154	MA, LLU	46 000	257 403
Ixtapaluca 9	100	MA, LLU	22 000	429 033
Chiautla 7	74	MA, LLU	17 000	22 664
Coyotepec 3	41	MA, LLU, ALU	28 000	39 491
Naucalpan de Juárez 2	35	MA, LLU	23 000	821 442
Ozumba 11	29	MA, LLU	4 000	24 055
Huixquilucan 1	24	MA, LLU	13 000	224 042
Acolman 6	12	MA, LLU	15 000	77 035
Teoloyucan 4	8	MA, LLU, ALU	30 000	73 696
Teotihuacan 5	8	MA, LLU	11 000	46 779
Chicoloapan 8	6	MA, LLU, ALU	32 000	170 035
Total promedio	491		21 909	2 185 675

Elaborada con datos de SEEM, 2001. MA (madera), LLU (llantas usadas) y ALU (aceites lubricantes usados).

Tabla 3. Combustibles utilizados en la fabricación de ladrillos en el Estado de México

Combustible	Cantidad utilizada por año	Poder calorífico (kcal / kg)	Contenido Azufre (%)	Referencia
Aserrín y madera	27 000 toneladas	Madera para quema 2 500-3 850	0.1 - 0.4	Bartok, 2005
		Aserrín húmedo 2 006		
Llantas usadas (mezcla hule polimerizado)	2 218 toneladas (24 000 llantas)	Diversos tipos 3 702-4 156	1.23	UNEP, 2002 Tsakalakis, 2003
		7 643-8 121		
Aceites gastados	2 000 000 litros equivalente a 1 760 toneladas	9 661 ± 1 085.9 7 882	0.61 ± 0.21	Avallone, 1989 Tsakalakis, 2003
Residuos industriales	Se estima entre 8% y 10% del total de combustibles usados en hornos	-	-	-

SEEM, 1999. Valores aproximados debido a que los combustibles no se encuentran en estado puro y pueden tener diferentes proporciones de agua.

Por ejemplo se logró conocer que el promedio de quemas al año por horno es de 12; se determinó que de los 517 hornos reportados para la zona Cuautitlán- Texcoco 491 utilizan como combustible principal una mezcla de aserrín y madera, pero también que en algunas ocasiones emplean combustibles como el aceite usado, llantas de desecho y residuos sólidos industriales mezclados de manera no determinada (ej. plásticos, baterías, fibra de vidrio, cubierta de cable, aglomerado, solventes, tintas, químicos y residuos hospitalarios, entre otros), que en principio se consideran como no recomendables ambientalmente (porque sus emisiones pueden contener zinc, cromo, cadmio y plomo), aunque energéticamente por su poder calorífico puedan ser aprovechables (véase tabla 3).

Asimismo, fue posible observar que el mayor número de hornos y producción promedio por combustión tiene lugar en el municipio de Chalco, el tercero más poblado de los estudiados. Esta misma información permitió la caracterización y clasificación de los hornos ladrilleros en función de la capacidad de operación, producción, tipos y cantidad de combustibles que utilizan y el número de quemas durante el año.

Consideraciones para la aplicación de factores de emisión en la evaluación de emisiones atmosféricas

Cuando se elige aplicar el cálculo de emisiones a través de factores de emisión es necesario realizar algunas presunciones y consideraciones (Casado, 2010):

1. Relacionar el nivel de emisiones a la actividad dentro del proceso que se desea evaluar.
2. En la mayoría de las actividades donde se realizan procesos de combustión se estiman emisiones de contaminantes criterio como partículas, bióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (OECD, 2005).
3. En virtud de que un factor de emisión es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad se expresa la cantidad del contaminante emitido por unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite el contaminante

(ej. kilogramos de partículas emitidas por kg de combustible quemado).

4. Los factores de emisión se clasifican en dos tipos: los basados en procesos y los basados en censos. Los primeros se usan para estimar de las emisiones de fuentes puntuales, y a menudo se combinan con los datos de actividad recopilados como son: los niveles de producción, consumo de materia prima, consumo de combustibles, frecuencia de la actividad, estadísticas de consumo y venta, flujo del material o factores de distribución, datos de referencia de concentraciones típicas de emisiones y descargas con encuestas o con balances de materiales. Mientras que los segundos se usan mucho para estimar las emisiones de las fuentes de área (SFT, 2001).
5. Cuando se emplea información relacionada con el combustible es importante señalar si éste es el de mayor utilización o si existe amplia diversidad de combustibles empleados, y discutir respecto a la posible variación estacional en la composición del combustible.
6. Se requiere una certificación de la composición del combustible líquido, sólido o gaseoso utilizado, lo cual es factible para todos los combustibles líquidos y gaseosos. En el caso de los combustibles sólidos es factible obtener la composición del carbón mineral, no así las de los combustibles de biomasa, como aserrín, cáscara de café, cáscara de arroz, madera de algarrobo, eucalipto, lupuna y otros, que al ser integrados en las evaluaciones permitirían analizar con mayor precisión la situación de las actividades de este giro industrial.

En este estudio, para el cálculo de las emisiones derivadas del proceso productivo del ladrillo artesanal, se utilizaron como referencia los factores de emisión para fuentes puntuales desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) en el documento AP-42, con especial énfasis en aquellos factores que han sido determinados para hornos que utilizan aserrín como combustible y que no cuentan con un sistema de control de contaminación en la fuente de emisión (USEPA,

Tabla 4. Factores de emisión de contaminantes, criterios para producción de ladrillos

Contaminante	Factor de emisión			kg contaminante /ton de ladrillo producido		
	Madera (a)	Aceite usado (b)	Llantas usadas (c)	Madera	Aceite usado	Llantas usadas
NO _x	1.30	2.28	2.61	0.17	0.14	9.47
CO	126.30	0.6	1.81	0.73	0.04	6.57
SO _x	0.20	10.76	1.30	0.30	0.64	4.72
HC	114.50	0.2	0.77	-	0.01	2.79
PM ₁₀	17.30	2.94	0.59	0.39	0.17	2.14
CO ₂	490d	2664		222.46	-	

a: g/kg madera, b: g/m³ aceite, c: g/kg llanta: Radian International (1997), USEPA (1997), Moreno (2004), USEPA (2009).

2009), debido a que es uno de los combustibles más utilizados por este sector. La información recopilada permitió tomar en consideración los primeros cuatro puntos de las presunciones mencionadas y parcialmente el punto 5, debido a que no se consideró la variación en la composición de la madera de forma estacional. En la tabla 4 se describen los factores de emisión para diversos contaminantes y distintos tipos de combustibles.

Para la estimación de las emisiones se utilizó la siguiente ecuación:

$$E_c = C * F_E$$

Donde:

E_c = Emisiones de contaminante.

C= Multiplicar la producción promedio de cada municipio por 2.5 kg, que es el peso promedio que tiene un ladrillo. Convertir a toneladas.

F_E = Factor de emisión expresados en kg de contaminante/toneladas de ladrillo producido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se exploraron las emisiones contaminantes derivadas de la etapa de cocción del ladrillo producido por ladrilleras artesanales de once municipios del Estado de México, utilizando factores por quema

de combustible. El perfil de estas emisiones anuales calculadas mostró un comportamiento similar con las ladrilleras de otras regiones en México, grandes cantidades de CO, seguida de menores niveles de SO_x, NO_x, PM₁₀, HC, pero con niveles de emisión más altos que las ladrilleras tradicionales en Ciudad Juárez de aproximadamente 4 veces más. Aunque las actividades de la industria ladrillera generan diferentes tipos de contaminantes [ej. CO₂, CH₄, compuestos orgánicos volátiles (precursores de ozono), N₂O, dioxinas, etc.] en los inventarios de emisiones sólo se identifican y calculan los cinco contaminantes criterio de mayor contribución —que se detallan en la tabla 4— y que son productos directos de la combustión, pero además incluimos la estimación para el CO₂ (contaminante global y gas efecto invernadero). Los resultados destacan al CO y los HC como contaminantes de importancia, dado que contribuyen con sustanciales proporciones de las emisiones totales, se estima que en promedio se generan entre 5 203 y 4 717 toneladas al año, respectivamente. Particularmente, las ladrilleras de esta región contribuyen con 3% del monóxido de carbono total que proviene de fuentes de área del Estado de México.

Los municipios que liberan mayores cantidades de contaminantes a la atmósfera son: Chalco, Ixtapaluca y Chiautla. Es importante puntualizar que el municipio

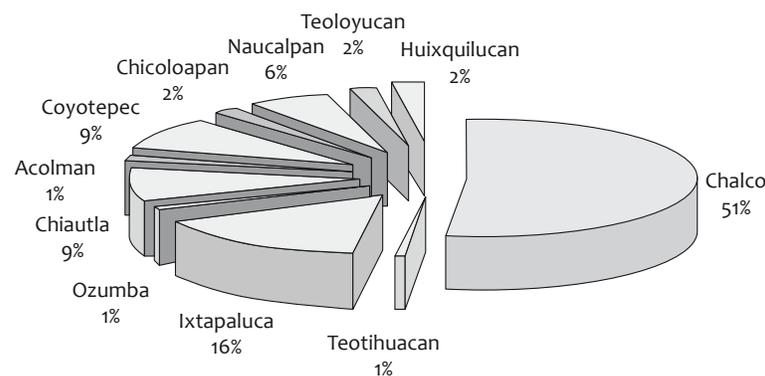


Figura 2. Emisiones totales provenientes de la quema de madera en hornos ladrilleros del Estado de México. Distribución por municipio, incluyendo el total de la valoración de cinco contaminantes criterio.

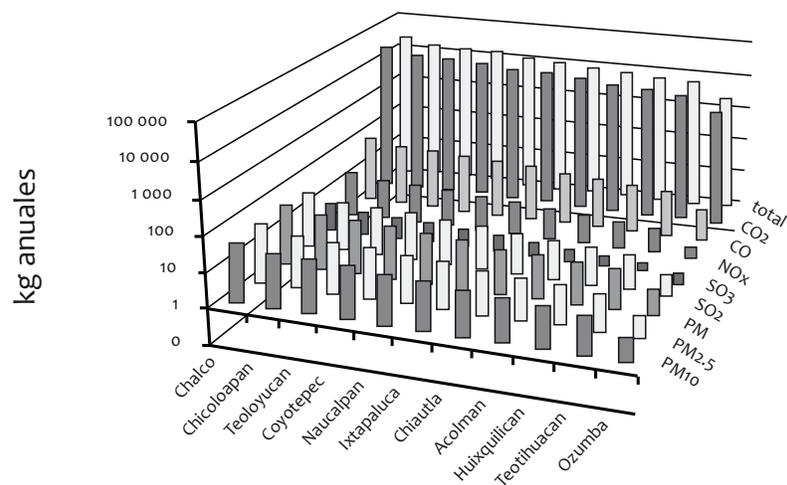


Figura 3. Emisiones de contaminantes criterio de ladrilleras del Valle C-T.

de Chalco, conurbado a la Ciudad de México, es el que presenta la mayor emisión por año de la región, dado que libera 51% de las emisiones totales de las regiones estudiadas; se caracteriza por ser el tercer municipio más poblado del conjunto, el que integra el mayor número de hornos artesanales y con mayor producción promedio de ladrillos por quema (figura 2).

El hecho de que el municipio de Chalco sea el mayor emisor de contaminantes derivados de la producción de ladrillo en principio puede estar relacionado con el número de hornos en la región, sin embargo, cuando el cálculo se normaliza en forma de emisiones anuales por horno se observa que siguen siendo los hor-

nos de esta región los que producen mayor contaminación. Esto considerando que el valor promedio de generación de emisiones totales por horno es de $17\,199.3 \pm 9\,211.7$ kg contaminantes/año/horno (entendiéndose por totales la suma de las emisiones de contaminantes criterio y el CO₂ global).

Cuando la generación de emisiones derivadas de las ladrilleras se estima tomando como base factores de emisión por quema de combustible y se comparan con los datos por municipio y por contaminante se observa que la cantidad de sustancias emitidas por los hornos estudiados es variable (figura 3). Análogamente, cuando se realiza esta comparación

con el cálculo de emisiones por factores por proceso se observa una disminución radical de las emisiones de al menos tres de los contaminantes criterio, para mayor detalle del trabajo y de los datos véase Sánchez (2009).

Un análisis detallado de la información permite poner de manifiesto la inconsistencia entre los datos obtenidos, por ejemplo, cuando se comparan las emisiones de CO calculadas por el método de estimación de emisiones por factores de proceso se observa una producción y emisión de 5 toneladas anuales para las ladrilleras en estudio, en tanto que la valoración del mismo contaminante con el factor de consumo de combustible quemado estima la generación de 5 200 ton/anuales. Contrastando estos datos con el inventario de emisiones del Estado de México para el año 1999 podemos observar una diferencia sustancial entre los datos obtenidos, dado que para este giro industrial se reporta en total una producción anual de 69 toneladas de CO (SEEM, 2001). Lo que destaca es el hecho de que las emisiones estimadas por factor de combustión superan en gran medida a los factores de emisión por proceso. Debido a que los primeros se desarrollan con base en información relacionada con la cantidad de combustible que se utiliza durante el cocido de los ladrillos, en tanto que para los segundos el criterio que se consideró para su desarrollo corresponde a las cantidades de ladrillo producidos en peso (kg); para mayor detalle véase Sánchez (2009).

Es importante mencionar que las estimaciones de emisiones totales y relativas (ej. carga por año, por volumen de producción, por cantidad de combustible quemado y de materia prima) por categoría industrial deberían ser proyectadas en forma estandarizada para que puedan explicar de forma más precisa el impacto de la contaminación derivada de las ladrilleras. La incorporación de esta categoría de datos en el inventario de emisiones puede contribuir a identificar que este giro industrial es un serio contaminador, además de promover la regulación nacional del sector y el uso de fuentes de energía menos contaminantes, así como la implementación de nuevas tecnologías limpias que aseguren una combustión más eficiente que mitigue el impacto

ambiental sin aumento importante en los costos de producción.

Con la finalidad de dimensionar la intensidad de emisión de las ladrilleras de los municipios del Estado de México, se calcularon las emisiones con el mismo factor de emisión por proceso para ladrilleras de Ciudad Juárez, Chihuahua, empleando los datos reportados por Romo et ál. (2004). Los resultados muestran que las ladrilleras del Estado de México generan más emisiones contaminantes que las ladrilleras de Ciudad Juárez (~ 4 veces por arriba). Las figuras 4a y 4b presentan estos mismos resultados pero normalizados en función de cantidad de contaminantes por horno.

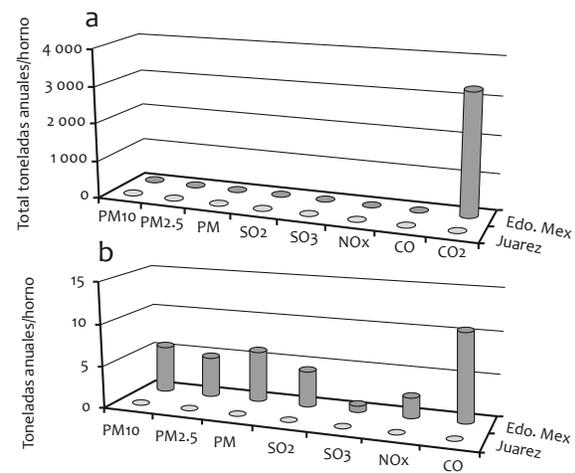


Figura 4. Contaminantes criterio emitidos por ladrilleras de distintos municipios de Ciudad Juárez y Estado de México. a) Con CO₂ como contaminante mayoritario, b) Sin CO₂ (estimados utilizando factores de emisión por proceso).

La explicación a esta observación tiene distintas vertientes. Una de ellas puede ser una mayor ineficiencia en la quema del combustible empleado en el proceso de cocido, situación que a su vez puede estar ligada a diversos factores como:

Diferentes condiciones geográficas: Ciudad Juárez se encuentra ubicada entre 1 160 y 1 180 metros del nivel del mar, en tanto que los distintos municipios

del Estado de México se localizan en altitudes muy variables, que van desde entre 1 250-2 100 metros a nivel del mar, por tanto existe una menor disponibilidad de oxígeno para los procesos de combustión.

Diseño, capacidad y construcción del horno: Hornos rudimentarios, más viejos o de tecnología más obsoleta y los combustibles empleados son altamente contaminantes, aunado a la falta de uniformidad en la temperatura del horno que da lugar a una gran cantidad de emisiones.

Mayor contribución de la etapa de cocción: dado que es el punto crítico de producción de contaminantes.

Para el caso particular de los hornos ladrilleros que se utilizan en el Estado de México se pudo constatar que se trata de hornos de producción por lotes, donde se cuecen en promedio 7 500 ladrillos con aproximadamente 2 700 kg de combustible, el proceso es lento, del orden de 48 a 72 horas para alcanzar la temperatura de cocción y con geometría distinta a los empleados en Ciudad Juárez, donde los hay de forma circular y semicircular (véase figura 11), diseño que ha demostrado mayor eficiencia para la etapa de cocción de ladrillos.

En relación con el material de construcción de los hornos, por lo regular los propietarios utilizan cemento o concreto para pegar los ladrillos. En otros sitios los construyen a base de una mezcla de arcillas y estiércol, como aglutinante, razón por la cual se corre el riesgo de presentar fisuras o agrietamientos en su estructura que propicien fugas de gases contaminantes y de pérdidas de calor, lo que ocasionaría el incremento del nivel de emisiones y baja calidad del producto.

Por otra parte, los niveles más altos de emisiones para las ladrilleras del Estado de México, respecto a las ladrilleras de Chihuahua, concuerdan con los datos de las emisiones por fuentes de áreas reportadas en el inventario de emisiones de México en el 1999 (Semarnat-INE, 2006). Se ha determinado que el Estado de México contribuye con mayor contaminación por fuentes de área que Chihuahua (tabla 5), resultado que está ligado con el grado de población, número de empresas asentadas y gasto de combustible de las regiones, entre otras cosas.

En relación con los altos niveles de CO₂ que se asocian a las actividades ladrilleras en México es pertinente comentar que su emisión es producto no sólo de la ineficiente quema del combustible durante la cocción de ladrillo, sino también del inadecuado mantenimiento que se proporciona a los hornos. Los subproductos de combustión del tipo hollín y cenizas (carbón parcialmente oxidado), que se generan durante las cocciones, permanecen como residuos en los hornos al término del proceso, de tal manera que si no se remueven habrá una mayor ineficiencia en la siguiente quema

Tabla 5. Principales contaminantes emitidos por fuentes de área en Chihuahua, Estado de México y en la República Mexicana (ton/año)

	NO _x	SO _x	VOC	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Chihuahua	14 407.3	25 065.5	68 057.4	52 418.2	13 000	7 237.2	41 727.5
Estado de México	21 019.4	31 011	214 340.3	177 289.7	24 785.5	18 009.0	47 840.6
Total	276 320.6	194 641.7	1 743 587.2	2,500 852	439 253	320 369	1 297 83

Fuente: Semarnat-INE, 2006.

de combustible. Las visitas de campo realizadas directamente a las ladrilleras del municipio de Ixtapaluca, Estado de México, permitieron apreciar que los procedimientos no han cambiado importantemente en el tiempo, las distintas etapas de la manufactura mantienen un rezago tecnológico debido en gran medida a que muy pocos productores han querido mejorar dicho proceso; otros más (la gran mayoría) han rechazado la introducción de nuevas tecnologías a sus procesos, debido a los altos costos que esto implicaría (adquisición de máquinas nuevas, capacitación de los trabajadores, etc.) además de que se piensa que el proceso de adaptación sería bastante largo (tiempo perdido por costo de oportunidad).

La incorporación de información normalizada (ej. emisiones/kg de contaminante, emisiones por kg de producto, etc.) en el inventario de emisiones puede contribuir a identificar que este giro industrial es un serio contaminador y adicionalmente apoyar la promoción de la regulación nacional del sector, tal como se ha logrado en la zona fronteriza de México, Guanajuato e Hidalgo. Asimismo, puede estimular el uso de fuentes de energía menos contaminantes y la implementación de nuevas tecnologías más limpias y amigables con el ambiente. Esto permitiría asegurar una combustión más eficiente que apoye la mitigación del impacto ambiental sin aumento importante de los costos de producción.

Es evidente que desde el punto de vista ambiental el combustible óptimo para este tipo de hornos artesanales, considerando los tiempos cortos de residencia de los gases en su interior, es el gas natural, dado que propicia una combustión más eficiente, lo que deriva en la disminución de gases nocivos residuales y los propios de la combustión. La desventaja de este combustible limpio es su elevado costo, factor que lo hace inviable para la sustitución en el proceso de fabricación del ladrillo. Por otro lado, el aceite automotriz usado y las llantas usadas se constituyen en combustibles con mayor poder calorífico pero con un contenido de componentes nocivos y cancerígenos que se liberarán durante la combustión; al no existir las condiciones necesarias

para la incineración (temperatura, tiempo de residencia de los gases, calidad de mezcla combustible-comburente, etc.) generan emisiones totales mayores (véase tabla 4), además de dioxinas, furanos, compuestos orgánicos persistentes y metales. Esta situación es la que determina que no sean combustibles adecuados para su uso en las ladrilleras. No obstante, debido a su costo, disponibilidad y poder energético, son aún empleados por el sector ladrillero tradicional.

Existen documentados esfuerzos y experiencias que promueven la introducción de modernas tecnologías que mejoran la eficiencia del proceso ladrillero (ej. introducción de hornos ecológicos), algunos de los casos han requerido de la aplicación de subsidios para su puesta en práctica, no obstante, su éxito ha quedado limitado por factores de adopción y resistencia al cambio tecnológico en el proceso (González, 2010).

Finalmente, aunque la fabricación de ladrillo es una actividad productiva que, además de dar sustento a miles de familias en los distintos municipios del Estado de México, genera un insumo básico para la industria de la construcción que opera tanto en comunidades alejadas como en grandes ciudades como el Distrito Federal, la mayor parte de ladrilleros de esta región siguen incorporados al sector informal, por ser una forma factible de producir sin ser sujetos de regulación. Esta situación no es ajena a los productores en el resto del país, dado que en México, como en otros países en desarrollo, proliferan rápidamente los sectores informales, que emplean tecnologías obsoletas y cuyas actividades impactan severamente la calidad del ambiente.

En general este sector productivo es difícil de regular por diversas razones técnicas, políticas y económicas, dentro de las que podríamos señalar la falta de un censo confiable de las ladrilleras; la débil economía del sector, que le lleva a emplear combustibles baratos y cuya combustión los hace altamente contaminantes; los bajos niveles de educación escolar de los ladrilleros, que dificul-

tan el entendimiento de los efectos adversos que tiene la actividad en el ambiente y en la salud de los trabajadores y de las poblaciones aledañas; la resistencia al cambio de sus esquemas de trabajo, situación que posterga la aplicación de nuevas tecnologías y aunque algunos de los trabajadores de las ladrilleras comprenden el impacto que tiene el uso de tecnologías ineficientes, las históricas crisis económicas que han acompañado al país estimulan el crecimiento desmedido del sector informal, el uso de combustibles que deterioran la calidad del aire y el bajo desarrollo económico de esta actividad ladrillera (Blackman y Bannister, 1998; Christian et ál., 2009 y Romo, 2004).

CONCLUSIONES

1. El sector ladrillero tradicional mexicano y particularmente el del Estado de México:
 - Se ampara bajo el esquema de economía informal, con tecnologías obsoletas, además el conocimiento sus insumos y de la eficiencia de sus procesos son imprecisos.
 - Apoya la economía regional de familias de bajos recursos socioeconómicos y contribuye con una importante cantidad de gases contaminantes.
 - Integra municipios productores de ladrillos cuyas actividades tienen mayor nivel de emisión que otras regiones con el mismo giro industrial.
 - No tiene establecido ningún esquema de regulación por parte del gobierno estatal.
2. La aplicación de distintos factores de emisión en la estimación de contaminantes derivados de las actividades ladrilleras muestra incertidumbre cuando se aplica un método que no ha sido ajustado a las condiciones de operación de los hornos de la región.
3. Los inventarios de emisiones de la actividad ladrillera artesanal en México tienen vacíos e imprecisiones de información que dificultan determinar el impacto de las emisiones contaminantes que se liberan a la atmósfera.

FUENTES CONSULTADAS

- Avallone, E. (1989). *Marks. Manual del ingeniero mecánico*, 8a edición, Mc Graw Hill, México.
- Ávila, A.G.; Pacheco, E.R. y Posadas C.L. (2002). *Inventario de emisiones de fuentes de área para la ciudad de San Luis Potosí, SLP*, Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, 13, Guanajuato, Gto, 17-20 abr, 2002, pp: 1-11.
- Bartok, J. W. Jr. (2005). *Greenhouse Management/Engineering: Fuels and alternate heat sources for commercial greenhouses*. Disponible en: http://www.umass.edu/umext/floriculture/fact_sheets/greenhouse_management/jb_fuels.htm. Agricultural Engineer University of Connecticut, consultado el 27-11-2009.
- Bickel, J. (2010). *Políticas integrales para ladrilleras artesanales, un desafío para América Latina. Programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina para mitigar el cambio climático*, Congreso de Ladrillo Artesanal (presentación), octubre 2010, Guanajuato, Gto., México.
- Blackman, A. y Bannister, G.J. (1998). "Pollution Control in the Informal Sector: The Ciudad Juarez Brickmakers Project, discussion paper 98-15, Resources for the future, Washington, D.C., pp. 2-3
- Blackman, A.; Newbold, S.; Shih, J-S. y Cook, J. (2000). *The Benefits and Costs of Informal Sector Pollution Control: Mexican Brick Kilns*. Discussion Paper 00-46, Resources for the Future.
- Casado, M.P. (2010). *Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera*, disponible en: www.redladrilleras.net.
- Cenica, (2002). *Informe de la situación y los conocimientos actuales sobre las principales fuentes y emisiones de dioxinas en México*, Centro de Investigación y Capacitación Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, segundo reporte, revisión 1.177 pp, México.
- Christian, T.J.; Yokelson, R.J.; Cárdenas, B.; Molina, L.T.; Engling, G. y Hsu, S.C. (2009). "Trace Gas and Particle Emissions from Domestic and Industrial Biofuel Use and Garbage Burning in Central Mexico", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 565-584.

- Dasgupta, S.; Lucas, R.E.B. y Wheeler, D. (1998). *Policy Research Working Paper 2029. Small Manufacturing Plants, Pollution, and Poverty New Evidence from Brazil and Mexico*, The World Bank Development Research Group Infrastructure and Environment.
- IDNR (Iowa Department of Natural Resources) (2011). *Estimation of Greenhouse Gas Emissions. Recommended Methods for Selected Stationary Source Categories Stack*.
- González, G. P. C. (2010). *La introducción de hornos ecológicos en una comunidad ladrillera: factores de adopción y resistencia al cambio tecnológico*, tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte, México.
- Moreno, M. P. (2004). *Estimación de riesgos ambientales causados por la industria ladrillera*, tesis de maestría, UNAM, México.
- OECD (2005). "Framework for Selecting and Applying PRTR Release Estimation Techniques", *OECD Environment, Health and Safety Publications*, Pollutant Release and Transfer Registers 9, París, 100 pp.
- Oliver, S.E. (2011). Thesis of Master of Science, San Luis Potosí, UASP, México.
- OME (Ontario Ministry of the Environment) (2002). *Step by Step. Guideline for Emission Calculation, Record Keeping and Reporting for Airborne Contaminant Discharge*.
- Radian International (1996). *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México: Vol. 3, "Técnicas básicas de estimación de emisiones"*, Sacramento, California.
- Radian International (1997). *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México: Vol. 5, "Desarrollo de inventarios de emisiones de fuentes de área"*, Sacramento, California.
- Radian International (2000). *Mexico Emissions Inventory Program Inventory Methodology Development for the Country of Mexico: Lessons learned from the Application of the Mexico Emissions Inventory Methodology in the City of Mexicali, Baja California*, RCN 670017.2600.
- Romo, M. L. A. (2004). "Oferta de bienes y servicios ambientales para satisfacer las necesidades de micro y pequeñas empresas: el caso mexicano", CEPAL 79, Santiago de Chile, enero, pp. 25-26.
- Romo, M. L. A.; Córdova, G.B. y Cervera, L. E. G. (2004). "Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez", *Estudios Fronterizos*, 5(9): 9-34.
- Sánchez, H. O. N. (2009). *Emisiones derivadas de la producción de ladrillos en el Estado de México*, tesis de maestría, CIEMAD-IPN, México.
- SEEM (Secretaría de Ecología del Estado de México) (1999). *Control de la Contaminación generada por ladrilleras en los valles de Cuautitlán y Texcoco*, folleto de difusión, febrero.
- SEEM (Secretaría de Ecología del Estado de México), (2001). *Fabricación artesanal de tabique rojo en el Estado de México*.
- Semarnat (2011). *Problemática ambiental de la actividad de fabricación artesanal de ladrillos*, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Congreso de Ladrillo Artesanal, octubre de 2010, Guanajuato, México.
- Semarnat-INE (2002). Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global, México.
- _____ (2004). *Mexico National Emissions Inventory, 1999*, Instituto Nacional de Ecología Six Northern States (Baja California Norte, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas).
- _____ (2006). *Mexico National Emissions Inventory, 1999*.
- SFT (2001). "Harmonised Quantification and Reporting Procedures (HARP-HAZ Prototype)", Norwegian Pollution Control Authority (SFT), 138 p. Hazardous Substances, Vol. 2007.
- Stewart, E.S. (1997). *Characterization and Reduction of Air Pollutants from Brick Kilns in Northern Mexico*, masters thesis, EUA: University of Utah,
- Swisscontact (Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico) (2011). *Programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina para mitigar el cambio climático*, EELA.
- TCEQ (Texas Commission on Environment Quality), (2002). "Border Affairs Division. A Study of Brick-Making Processes along the Texas Por-

- tion of the US-Mexico Border”, *Senate Bill*, 749. Estados Unidos, p. 18.
- TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality) (2003). *Development of an Area Source Emissions Inventory for Ciudad Juarez, Chihuahua, Mexico*, Final Technical Report, ERG, No. 0141.00.055.001.
- Tsakalakis, K. G. (2003). The Greek Cement-Industry Sector and Its Potential Towards Sustainable Development Indicator in the Mineral Industry, The International Conference on Sustainable Development Indicators in the Mineral Industries (SDIMI). Milos, Grecia, pp. 1-7, 21-23, mayo.
- UNEP (2002). *Basel convention technical guidelines on the identification and management of used tires*. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements on Hazardous Wastes and Their Disposal, Basel Convention series/SBC No. 02/10.
- USEPA (1997). *Emisiones al aire de la combustión de llantas usadas*, Clean Air Technology Center.
- _____ (2009). AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources*. Environmental Protection Agency of US, Fifth Edition.
- Wolf, M. E.; Fields, P. G.; Mansell, G.; Grant, J.; Barllan, A. y Pollack, A. K. (2008). *Development of an Air Emission Inventory for the Western Arizona Sonora Border Air Quality Study (WASBAQS) Part 2—Mexico Emission Inventory*.



Verificación de simulaciones tridimensionales diferenciales numéricas de la descarga del agua de enfriamiento de la Central Nuclear Laguna Verde

15

Francisco V. Vidal
Víctor M.V. Vidal
Josué Portilla
Lorenzo Zambrano

INTRODUCCIÓN

El emplazamiento de centrales eléctricas de potencia en la costa constituye una práctica ingenieril común. La disponibilidad casi infinita de agua de mar relativamente fría constituye la principal ventaja para su emplazamiento costero. El agua de mar se utiliza para condensar el vapor producido en las calderas o reactores nucleares y posteriormente se descarga al mar, generalmente como efluentes superficiales o subsuperficiales de baja velocidad o turbulentos (Policastro, 1972; GESAMP, 1984; Vidal y Vidal, 1985; Langford, 1990).

Las descargas de agua de enfriamiento de centrales nucleares incrementan la temperatura promedio del agua de mar en aproximadamente 10°C (GESAMP, 1984; Miller y Brighthouse, 1984; Langford, 1990). El conocimiento cuantitativo de la capacidad del mar para asimilar, dispersar y diluir contaminantes es esencial para determinar el método óptimo de descarga de los efluentes en el medio costero. Así es que para predecir la dispersión espacial y temporal de los efluentes hidrotermales provenientes de centrales de potencia y su impacto ambiental, debemos modelar su física así como la hidrodinámica

de los cuerpos de agua receptores costeros (Vidal et ál., 1983; International Atomic Energy Agency, 1985; Swartzman y Kaluzny, 1987; Mee et ál., 1989; Langford, 1990). Las características dispersivas de la pluma térmica en el cuerpo de agua receptor son fundamentalmente determinadas por el método de descarga, la batimetría, y las características atmosféricas e hidrodinámicas del sitio.

El objetivo de este estudio es verificar un modelo matemático tridimensional de diferencias finitas capaz de simular adecuadamente el comportamiento dispersivo superficial de la descarga hidrotérmica de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV) y su área de influencia bajo diferentes condiciones ambientales.

ÁREA DE ESTUDIO

La CNLV se ubica en la costa occidental del Golfo de México ($19^{\circ} 43' 30''\text{N}$, $96^{\circ} 23' 15''\text{W}$), en una llanura costera con una estrecha plataforma continental con pendiente llana de $1/112$, sin cañones submarinos ni afloramientos rocosos, y una playa arenosa



delimitada al norte por Punta Limón, y al sur por Punta Villa Rica (véase figura 1). Durante el verano la temperatura superficial del agua de mar fluctúa entre los 27°C y 33°C; mientras que en el invierno la temperatura mínima es de 18°C. El rango máximo de marea es de 0.5 m. En el verano la corriente superficial costera fluye con dirección norte con una velocidad promedio de 20 cm s⁻¹ (Vidal et ál., 1983).

La CNLV opera con dos reactores nucleares que generan ~1 200 MWe, equivalentes a 5.23% de la capacidad de potencia eléctrica instalada de México (CFE, 1999 y 2003). Descarga ~63 m³ s⁻¹ de agua de enfriamiento al mar vía un canal a cielo abierto de 1 600 m de longitud, 50 m de ancho y 2 m de profundidad que bordea la Laguna Salada (véase figura 1).

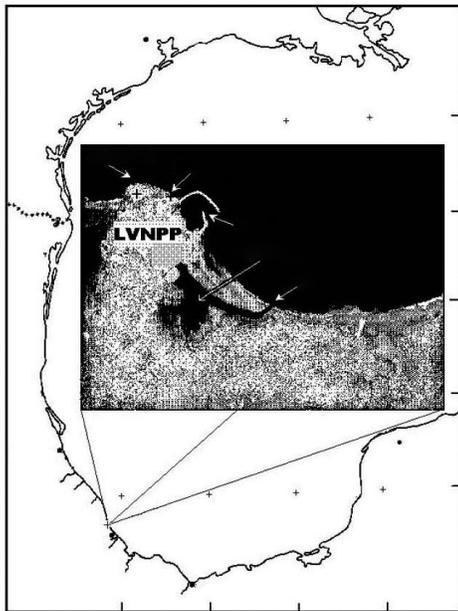


Figura 1. Mapa de localización de la Central Nuclear Laguna Verde (19° 43' 30"N, 96° 23' 15"W).

DATOS DE CAMPO

La batimetría se midió con un ecosonda Raytheon DE-719 (que posee una exactitud de ± 2.54 cm). Los datos batimétricos se corrigieron por la variación

del nivel del mar inducido por la marea, y se hicieron con base en el nivel medio del mar (véase figura 2).

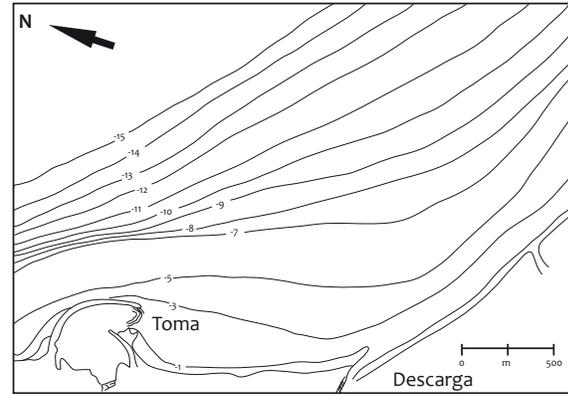


Figura 2. Batimetría del sitio Laguna Verde (19° 43' 30"N, 96° 23' 15"W) (isobatas en metros).

El campo de temperatura superficial se midió con un termistor Kahlsico (cuya exactitud es de ±0.5°C) en las siguientes jornadas: 16 de diciembre 1992 (Caso I), 25 de junio de 1992 (Caso II), 24 de abril de 1992 (Caso III), y 16 de marzo de 1992 (Caso IV). No se realizaron mediciones del campo de temperatura vertical del agua de mar.

Por otra parte se realizaron mediciones horarias de la velocidad y dirección del viento a 10 m sobre el nivel del mar utilizando un anemómetro Weather Measure (que tiene una exactitud de ±0.5 m s⁻¹ y ±1°) del 1 de enero de 1980 al diciembre 31 de 1992. El análisis estadístico de estos datos fue reportado en Vidal et ál., 1983 y Portilla, 1995.

MODELO NUMÉRICO

La circulación costera tridimensional y la hidrodinámica de la pluma térmica superficial de la CNLV se simuló con el modelo de diferencias finitas de Paul y Lick (Paul y Lick, 1973a, 1973b; Dunn et ál., 1975).

Las ecuaciones del modelo hidrodinámico de Paul y Lick se derivan utilizando el sistema coordinado que se muestra en la figura 3. El origen del sistema

rectangular cartesiano se define como el punto medio superficial del canal de descarga. La dirección costa afuera se especifica como x en espacio y u en velocidad, la dirección paralela a la costa como y en espacio y v en velocidad, y la dirección vertical como z en espacio y w en velocidad.

El modelo resuelve las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía para un fluido turbulento incompresible en el marco de referencia de una Tierra en rotación, incorporando el parámetro de Coriolis, y la ecuación de estado del agua de mar (véase Apéndice). Las variaciones de densidad se ignoran en todos menos el término de gravedad, en concordancia con la aproximación de Boussinesq. De esta manera el fluido se trata como incompresible, aunque el acoplamiento de las ecuaciones de flujo y energía (vía la densidad) se conserva. Los términos de trabajo y disipación se omiten de la ecuación de energía, lo que supone que las velocidades y densidad son pequeñas.

La ecuación de conservación de cantidad de movimiento vertical se reduce, mediante la aproximación hidrostática, a tan sólo la fuerza de volumen (*body force*) y los términos del gradiente de presión. Esta simplificación resulta en considerables ahorros de esfuerzo computacional debido a los muchos términos que se eliminan de la ecuación de cantidad de movimiento vertical (z). El campo de densidad se supone que es sólo una función de la temperatura, por lo tanto el gradiente vertical de presión se puede relacionar con el campo de temperatura.

Las cantidades de transporte, tales como el tensor generalizado de esfuerzos y el vector de transporte de calor, se relacionan a gradientes locales, tal y como se hace en flujos viscosos de conducción de calor. El transporte combinado turbulento y molecular de cantidad de movimiento y calor se formula como un proceso difusivo utilizando coeficientes horizontales y verticales de viscosidad por remolinos y coeficientes de difusión térmica. Los coeficientes horizontales de difusión son iguales en ambas direcciones y constantes. Para considerar la influencia de la flotabilidad en el transporte vertical,

la viscosidad vertical por remolinos y los coeficientes verticales de difusión térmica se toman como dependientes de los gradientes verticales locales de temperatura, y se definen como:

$$AV = A_{V_0} \left(1 + A_{V_1} \frac{1}{h} \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right) y$$

$$BV = B_{V_0} \left(1 + B_{V_1} \frac{1}{h} \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right), \text{ respectivamente}$$

donde A_{V_0} , A_{V_1} , B_{V_0} y B_{V_1} son constantes, T es temperatura, h es profundidad, y σ la coordenada z transformada (Sengupta y Lick, 1974).

Las condiciones de frontera en los extremos de la malla incluyen la aproximación de superficie rígida, misma que requiere que no existan movimientos verticales de la superficie libre. La condición de superficie rígida elimina el cálculo directo de la elevación de la superficie libre. En su lugar se introduce y calcula una distribución de presión superficial; para ello calculamos la divergencia de las ecuaciones de Navier y Stokes y posteriormente integramos verticalmente el resultado en todo el dominio del flujo. La distribución de la presión superficial satisface una ecuación tipo Poisson.

Solución numérica

La malla rectangular de $56 \times 29 \times 7$ utilizada para modelar la circulación costera y la descarga del agua de enfriamiento de la CNLV se muestra en la figura 4. El dominio del modelo cubre un área costera de 5750×2650 m, y la profundidad máxima es de 15 m. La transformación $\sigma [(\sigma = z / h(x, y))]$ incrementa la resolución vertical de la malla en aguas someras, en donde se requieren cálculos hidrodinámicos más detallados para poder simular adecuadamente la mezcla inducida por la turbulencia, especialmente en el campo cerca del punto de descarga y en la obra de toma. Más aun, el tamaño de la malla se escogió para satisfacer el criterio de estabilidad determina-

do por el número de Courant, el cual debe ser menor de 1 para garantizar la estabilidad numérica del modelo. El número de Courant es igual a $(\Delta x/\Delta t)/uc$, donde Δt es el paso de tiempo de integración del modelo, Δx representa la longitud de la celda más pequeña de la malla (30 m), correspondiente al punto de descarga, y uc es la velocidad del efluente en la descarga (0.7 m s⁻¹). Por consiguiente, en nuestro modelo escogimos un paso de integración de $\Delta t = 30$ s. Los componentes de velocidad u and v se calculan en los nodos de la malla, mientras que la componente de velocidad w , la temperatura (T) y la presión (P), se calculan en las caras horizontales de las celdas (véase figura 5).

Las ecuaciones del modelo y la ecuación tipo Poisson para la presión superficial se resuelven numéricamente utilizando métodos de diferencias finitas. Se utiliza una simple diferenciación hacia adelante en el tiempo y una diferenciación central en el espacio. La forma de diferencia finita de los términos advectivos es conservadora, pero no se

utiliza la preferida diferenciación tipo *upwind*. Más aun, las ecuaciones función del tiempo se escriben en una forma completamente explícita, lo que permite que se resuelvan como un problema de condiciones iniciales. El procedimiento para resolver las ecuaciones que son función del tiempo y obtener la solución de equilibrio, a veces se conoce como la técnica asintótica en el tiempo. El siguiente algoritmo se utiliza para resolver las ecuaciones de diferencias: 1. se especifican las condiciones iniciales y de frontera, 2. se calcula el campo de presión superficial, 3. se calcula la temperatura, 4. se calcula la densidad, 5. se calculan las velocidades horizontales, 6. se calculan las velocidades verticales mediante la integración en la vertical de la ecuación de continuidad del fondo a la superficie, y 7. se termina el primer paso de integración. El esquema anterior se repite hasta que se cumple el criterio de convergencia, esto es, cuando la diferencia numérica entre las soluciones de las ecuaciones es menor que 10⁻⁵, y/o cuando el tiempo de simulación especificado por el usuario se alcanza.

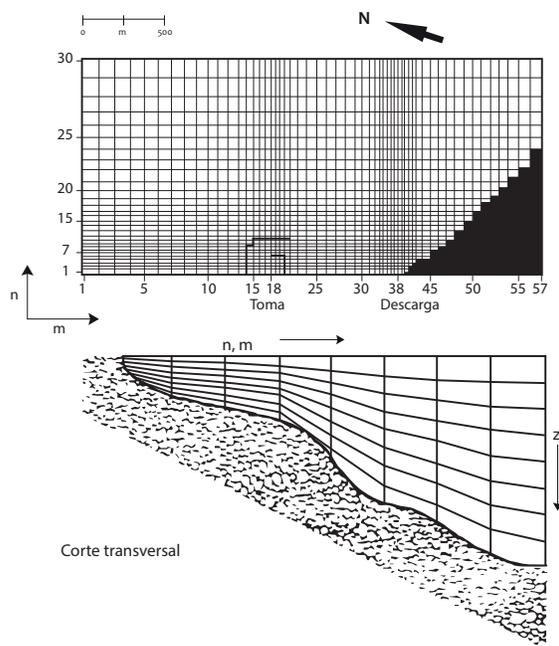


Figura 4. Malla horizontal y vertical para el sitio Laguna Verde.

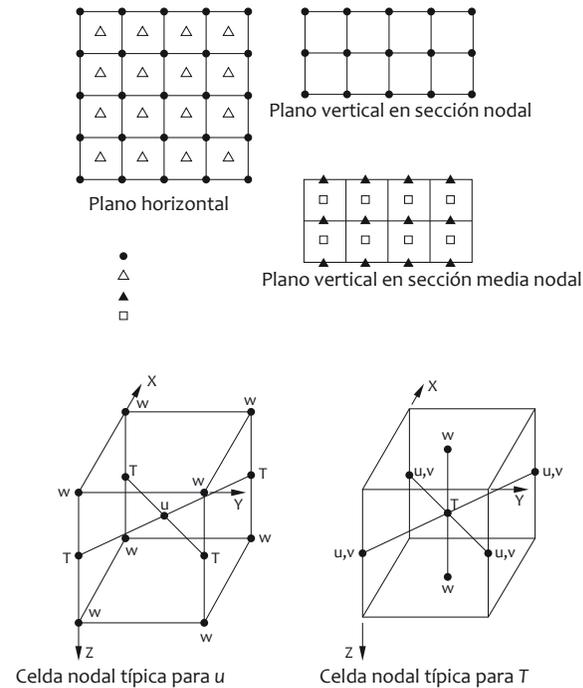


Figura 5. Arreglo de variables y celdas típicas nodales para las secciones de la malla.

Condiciones iniciales y de frontera

Las condiciones iniciales que se utilizaron para realizar las cuatro simulaciones se muestran en la tabla 1. Las condiciones de frontera se definieron especificando la geomorfología del sitio, el esfuerzo del viento, el intercambio calórico entre la atmósfera y el océano, la presión sobre la superficie del mar, los perfiles de temperatura y velocidad en las fronteras de mar abierto, y los gastos de agua de mar en las obras de toma y descarga.

Las fronteras en el fondo marino y a lo largo de la línea de costa se consideran impermeables y sólidas, donde las velocidades y los flujos de calor se fijan iguales a cero. Estas condiciones se pueden especificar como sigue:

$$\text{En el fondo } [u = v = w = 0, \frac{\partial \Delta T}{\partial z} = 0]$$

y a lo largo de la línea de costa

$$[u = v = 0, \frac{\partial \Delta T}{\partial x} = 0, \frac{\partial \Delta T}{\partial y} = 0]$$

Se permite el transporte de cantidad de movimiento y energía al través de la superficie libre del agua de mar para poder considerar la acción del esfuerzo del viento y el intercambio calórico superficial. Sin embargo, la velocidad vertical se especifica como cero, lo que se conoce como condición de superficie rígida. Estas condiciones de frontera se pueden especificar de la siguiente manera:

$$\text{Superficie del agua de mar } [w=0, \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{1}{\partial \rho A_v} \tau_{wx}$$

$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{1}{\partial \rho A_v} \tau_{wy}, \frac{\partial \Delta T}{\partial z} = \frac{1}{\partial \rho B_v} \kappa \Delta T]$$

$$\text{donde } \tau_{wx} = \tau_w^* \sin \theta \text{ y } \tau_{wy} = \tau_w^* \cos \theta$$

son las componentes horizontales ortogonales del esfuerzo del viento (τ_w), y θ es la dirección del viento.

El esfuerzo del viento (τ_w) se calcula utilizando la fórmula de Wilson (1960): $\tau_w = \rho_a W^2 C_D$, donde ρ_a es la densidad del aire, W es la velocidad del viento, y C_D representa el coeficiente de arrastre del viento como función de la velocidad del viento y la diferencia de temperatura entre el aire y la superficie del agua de mar. La forma adimensional del esfuerzo del viento es:

$$\tau_w^* = \frac{\tau_w h_o}{\rho_a A_H u_o}$$

El coeficiente superficial de transporte de energía (κ) se calcula utilizando los valores de la temperatura del agua de mar superficial (T_s) y de la temperatura del punto de rocío (T_r) de acuerdo con la expresión $\kappa = 4.5 + 0.05 T_s + f(W) + 0.47 f(W)$, donde es la pendiente entre dos puntos de la curva de presión del vapor saturado expresada como:

$\vartheta = 0.35 + 0.015 T_m + 0.0012 (T_m)^2$, y $T_m =$, y $f(W)$ es la función evaporativa de la velocidad del viento (W) expresada como $f(W) = 9.2 + 0.46W^2$ (Edinberg et ál., 1974).

Las temperaturas y velocidades varían linealmente en las fronteras de mar abierto. Esto se justifica toda vez que garantiza una variación suave de los valores de las variables físicas. Estas condiciones se expresan como: frontera de mar abierto a lo largo del eje x:

$$[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = 0, \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial x^2} = 0]$$

y frontera de mar abierto a lo largo del eje y:

$$[\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = 0, \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial y^2} = 0]$$

Los perfiles de velocidad y temperatura se especifican en el canal de descarga y la obra de toma. Estas condiciones se pueden especificar matemáticamente como sigue; canal de descarga y obra de toma [$u = g_1(y,z)$, $v = g_2(y,z)$, $\Delta T = g_3(y,z)$], donde g_i representan los perfiles de velocidad y temperatura especificados.

Las condiciones de frontera en la presión superficial (P_s) son relativamente difíciles de definir. Éstas se utilizan para evaluar las derivadas parciales x - y y de la presión superficial en las fronteras mediante la integración en la vertical de las ecuaciones x - y y de cantidad de movimiento, respectivamente. Sin embargo, la especificación de las derivadas en la frontera no resulta en una solución única para la presión superficial, por lo que la presión se debe especificar en un punto.

El sitio donde se ubica Laguna Verde está típicamente sujeto a fuertes vientos (28 m s^{-1}) locales tanto del norte como del sur durante el invierno y el verano respectivamente (Vidal et ál., 1983; Portilla, 1995). El esfuerzo tangencial de viento sobre la superficie del mar mueve la circulación costera (Vidal et ál., 1983; Jiménez et ál. 1990; Jiménez y Romero, 1992; Portilla, 1995). La marea en el sitio es semidiurna con un rango máximo de 0.5 m, y es un orden de magnitud menos

energética que la circulación costera generada por el viento (Vidal et ál., 1983). El modelo se inicializa por la fuerza del viento y los gastos de la descarga y obra de toma de la CNLV a partir de condiciones estancas.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS

Se realizaron cuatro simulaciones del comportamiento de la descarga del agua de enfriamiento de la CNL; cada una correspondiente a las fechas en que se realizaron las mediciones del viento y del campo superficial de temperatura del agua de mar. De igual manera, dichas simulaciones corresponden a casos estacionales representativos de la meteorología y oceanografía del sitio Laguna Verde; dos de los cuales coinciden con vientos del norte con velocidades promedio de 7 y 11 m s^{-1} , y los otros dos con vientos del sur con velocidades promedio de 4 m s^{-1} . Los valores del viento usados como condiciones iniciales para cada simulación se presentan en la figura 6.

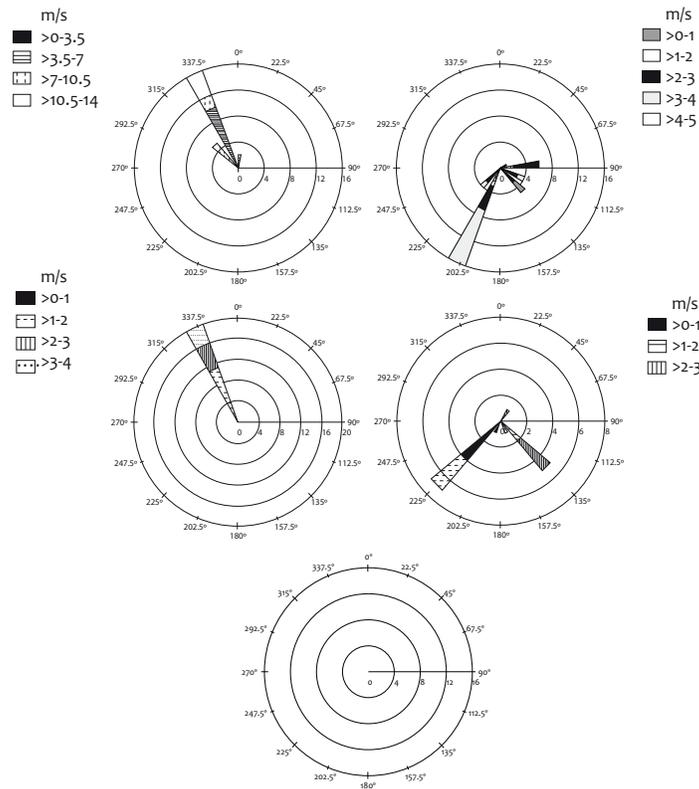


Figura 6. Rosas de vientos para (a) Caso I, (b) Caso II, (c) Caso III, y (d) Caso IV del sitio Laguna Verde.

Tabla 1. Parámetros de simulación de la Central Nuclear Laguna Verde

Parámetros de simulación	Acrónimos & Unidades	Caso I	Caso II	Caso III	Caso IV
Temperatura superficial del mar	T_s (°C)	23.0	29.5	27.0	22.5
Tiempo de referencia	DT (s)	30	30	30	30
Longitud de referencia	b_o (m)	2 650	2 650	2 650	2 650
Presión superficial de referencia	P_o (atm)	1	1	1	1
Densidad del agua de mar	ρ_o (kg m ⁻³)	1 032	1 032	1 032	1 032
Coeficiente horizontal de difusión de momentum por remolinos	A_H (m ² s ⁻¹)	1	1	1	4.5
Coeficiente vertical de difusión de momentum por remolinos	A_{v_o} (m ² s ⁻¹)	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}
Coeficiente vertical de difusión de momentum por remolinos	A_{v_i} (m ² s ⁻¹)	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
Coeficiente horizontal de difusión de calor por remolinos	B_H (m ² s ⁻¹)	0.5	0.5	0.5	0.5
Coeficiente vertical de difusión de calor por remolinos	B_{v_o} (m ² s ⁻¹)	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}
Coeficiente vertical de difusión de calor por remolinos	B_{v_i} (m ² s ⁻¹)	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
Coeficiente de intercambio calórico superficial	κ (W m ⁻² °C)	38.15	38.15	38.15	38.15
Velocidad horizontal de referencia	u_o (m s ⁻¹)	0.20	0.20	0.20	0.20
Velocidad de descarga	u_c (m s ⁻¹)	0.7	0.175	0.7	0.7
Velocidad de toma	u_t (m s ⁻¹)	0.0492	0.0492	0.0525	0.0583
Gasto	Q (m ³ s ⁻¹)	31.5	31.5	31.5	31.5
Profundidad de referencia	h (m)	20	20	20	20
Parámetro de Coriolis	f_o	5×10^{-5}	5×10^{-5}	5×10^{-5}	5×10^{-5}
Ángulo de descarga	θ_o (°)	20	20	20	20
Ancho de descarga	a_o (m)	90	90	90	90
Ancho de toma	a_t (m)	120	120	120	120
Profundidad de descarga	h_o (m)	0.5	2.0	0.5	0.5
Profundidad de toma	h_t (m)	5.3	5.3	5.0	4.5
Número de Reynolds	$R_e = \frac{u_o b_o}{A_H}$	5.3×10^2	5.3×10^2	5.3×10^2	1.17×10^2
Número densimétrico de Froude	$F_r = \frac{u_c}{\sqrt{g h_o}}$	3.16×10^{-1}	3.95×10^{-2}	3.16×10^{-1}	3.16×10^{-1}
Número turbulento de Prandtl	$P_r = \frac{A_H}{B_H}$	2.0	2.0	2.0	9.0

VERIFICACIÓN DEL MODELO

La verificación del modelo se realizó comparando la distribución espacial de las temperaturas superficiales del agua de mar con los campos térmicos simulados. Se calculó el centroide y el área de impacto térmico de cada pluma térmica medida y simulada, y se compararon sus posiciones relativas. Las áreas de impacto térmico están representadas por la cobertura espacial de cada una de las superficies isotérmicas.

El procedimiento para calcular los centroides medidos y simulados involucró asignar n coordenadas relativas a cada isoterma para delimitar el perímetro de cada pluma. La frontera de cada pluma térmica se define por el valor de temperatura que excede en $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ la temperatura ambiente máxima del cuerpo de agua receptor. La temperatura de referencia del cuerpo de agua receptor se midió con un termistor localizado a 3.5 kilómetros fuera de la zona de

influencia de la pluma térmica. El centro de masa o centroide de este cuerpo, relativo a cualquier punto arbitrario de inicio, se localiza por definición en:

$$x = \frac{\sum X_i}{M} \quad y = \frac{\sum Y_i}{M}, \text{ donde } x_i, y_i$$

son las coordenadas de cada punto, medido sobre las isotermas contiguas y referido al mismo punto de inicio arbitrario, y M representa el número total de coordenadas (Resnick y Halliday, 1981).

RESULTADOS

Los valores máximos medidos de temperatura del agua de enfriamiento de la descarga fluctuaron entre 32.5 y $39.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (véanse figuras 7 y 8). Los dos valores más altos de 39.5 y $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ correspondieron al verano y primavera (Casos II y III), y los valores más bajos de 32.5 y $33\text{ }^{\circ}\text{C}$, al otoño e invierno (Casos IV y I).

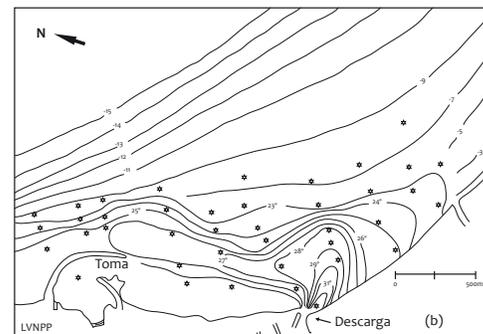
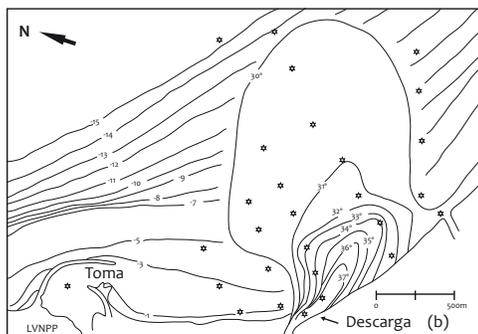
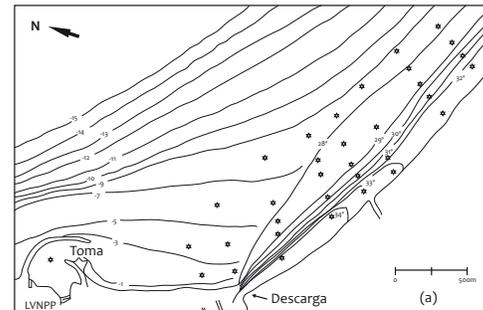
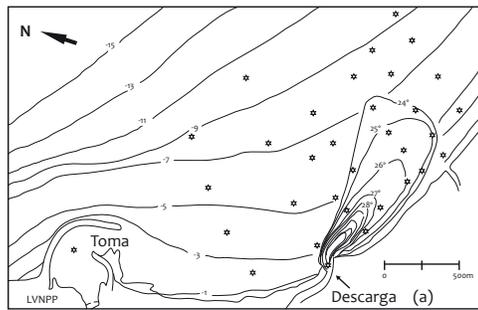


Figura 7. Isotermas superficiales del mar medidas ($^{\circ}\text{C}$): (a) Caso I, diciembre 16, 1992; y (b) Caso II, junio 25, 1992. Los asteriscos indican la posición de las estaciones de muestreo ($19^{\circ} 43' 30''\text{N}$, $96^{\circ} 23' 15''\text{W}$).

Figura 8. Isotermas superficiales del mar medidas ($^{\circ}\text{C}$): (a) Caso III, abril 24, 1992; y (b) Caso IV, marzo 16, 1992. Los asteriscos indican la posición de las estaciones de muestreo ($19^{\circ} 43' 30''\text{N}$, $96^{\circ} 23' 15''\text{W}$).

En el verano e invierno los vientos en el sitio Laguna Verde soplan con velocidades de hasta 28 m s⁻¹, 41% del tiempo con dirección norte y 45% hacia el sur. En contraste, los vientos del este y oeste son ligeros y ocurren con probabilidades de menos del 0.2% y tienen poca importancia en la generación de la corriente costera y la dispersión de la pluma térmica (véanse figura 9 y tabla 2).

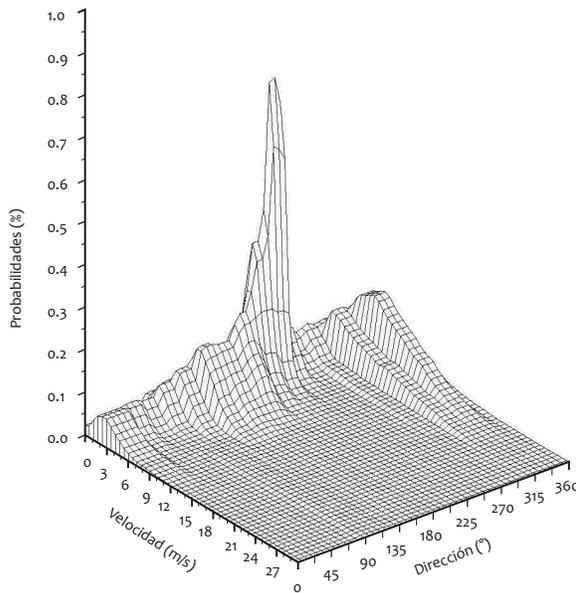


Figura 9. Probabilidades conjuntas de velocidad y dirección del viento del sitio Laguna Verde Nuclear; datos horarios de enero 1, 1980 a diciembre 31, 1992.

En el campo cercano la dispersión de la pluma se debe principalmente a las fuerzas inerciales de la descarga del agua de enfriamiento de la CNLV, y en el campo lejano, a la circulación costera inducida por el viento. En todos los casos, en el campo cercano a la descarga, las altas velocidades superficiales observadas resultan de las variaciones de la batimetría. Las plumas térmicas de los Casos I y III se orientan hacia la frontera sur de la malla bajo la influencia de los vientos del norte (véanse figuras 10a y 10b).

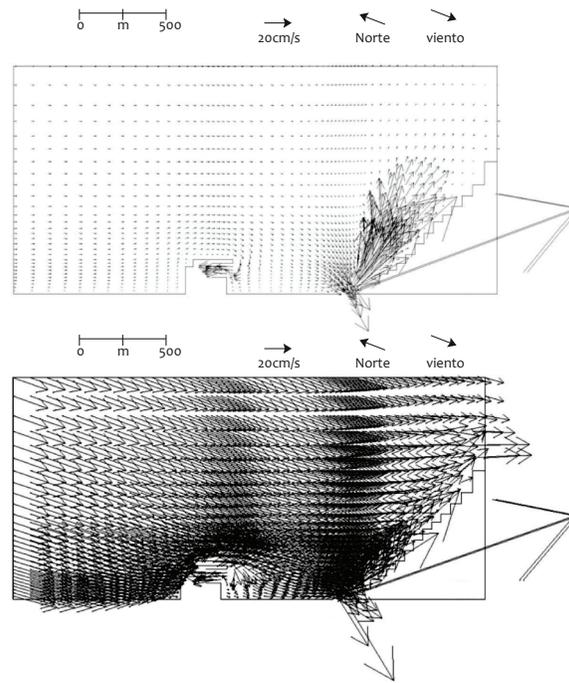


Figura 10. Simulación de la circulación costera y descarga superficial del agua de enfriamiento de la Central Nuclear Laguna Verde (19° 43' 30"N, 96° 23' 15"W) (a) Caso I, y (b) Caso III.

Las isothermas simuladas de 24 °C (Caso I) y 28 °C (Caso III) delimitan la influencia de las respectivas plumas térmicas y cubren un área de 0.6 y 0.75 km², respectivamente (véase figura 11).

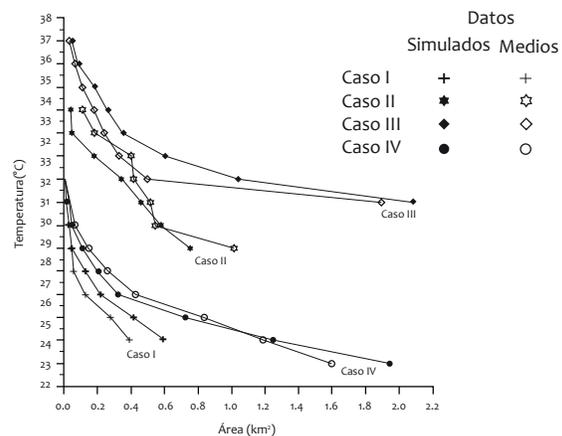


Figura 11. Comparación de las áreas isotérmicas superficiales simuladas y medidas para los Casos I, II, III y IV.

Tabla 2. Probabilidades de velocidad y dirección del viento del sitio Laguna Verde, datos horarios del 1° de enero de 1980 al 31 de diciembre de 1992

Intensidad del viento (W) intervalos (m s ⁻¹)	Dirección del viento (d _v) intervalos (grados)							
	0° ≤ d _v < 45°	45° ≤ d _v < 90°	90° ≤ d _v < 135°	135° ≤ d _v < 180°	180° ≤ d _v < 225°	225° ≤ d _v < 270°	270° ≤ d _v < 315°	315° ≤ d _v < 360°
0.0 ≤ W < 3.5	0.0334	0.0145	0.0464	0.0675	0.2262	0.0295	0.0198	0.0821
3.5 ≤ W < 7.0	0.0154	0.0025	0.0127	0.0594	0.0783	0.0032	0.0052	0.1204
7.0 ≤ W < 10.5	0.0038	0.0008	0.0009	0.0096	0.0079	0.0002	0.0028	0.0778
10.5 ≤ W < 14.0	0.0012	0.0002	0.0000	0.0004	0.0002	0.0001	0.0021	0.0449
14.0 ≤ W < 17.5	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0202
17.5 ≤ W < 21.0	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0070
21.0 ≤ W < 24.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015
24.5 ≤ W ≤ 28.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

En comparación, encontramos valores medidos de área superficial de isotermas de 0.4 y 1.0 km² (Caso I y Caso III respectivamente). Así que en el Caso I los valores simulados sobreestiman los valores reales 33%, y en el Caso III los subestiman 20%. La distancia entre los centroides medidos y simulados es de ~107 m para el Caso I, y ~145 m para el Caso III (véanse figuras 12a y 12b). Los coeficientes de correlación (R₂) calculados entre las isotermas simuladas y medidas son 0.98 para el Caso I y 0.88 para el Caso III. En ambos casos I y III se observaron velocidades de corrientes superficiales de ~200 y 26 cm s⁻¹ cerca de la obra de toma y descarga de la cnlv, respectivamente. En el campo lejano del Caso I las velocidades de la corriente superficial son mucho más lentas (~16 cm s⁻¹) que en el Caso III (~35 cm s⁻¹).

El Caso II es característico de una pluma térmica orientada normal a la costa, típica de condiciones ambientales relativamente estancas. En el campo cercano, junto a la descarga, se observan velocidades de la corriente superficial de ~128 cm s⁻¹, mientras que las velocidades en el campo lejano tan sólo promedian ~3 cm s⁻¹ (véase figura 13a). La isoterma de 30 °C delimita la influencia de esta pluma térmica y cubre un área de ~2 km² (véanse figuras 14a y 11).

Este valor de área simulada sobreestima el valor del área medida 10%. La distancia entre los centroides simulados y medidos es de ~300 m (véase figura 14a). El coeficiente de correlación (R₂) calculado entre las isotermas simuladas y medidas es 0.94.

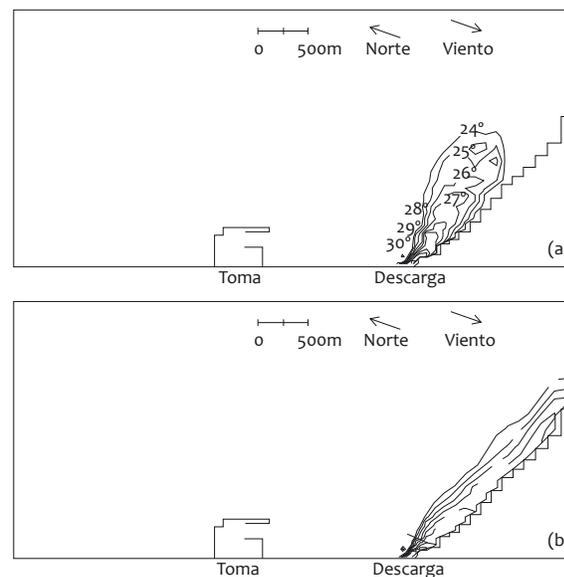


Figura 12. Plumas térmicas superficiales simuladas de la Central Nuclear Laguna Verde (19° 43' 30"N, 96° 23' 15"W) (a) Caso I, y (b) Caso III. Isotermas en °C.

En el Caso IV, los vientos del sur con velocidades de 4.3 m s^{-1} fuerzan la pluma térmica hacia el norte pegada a la costa, y después de 15 horas de simulación ésta llega a la obra de toma de la CNLV y ocasiona un problema potencial de recirculación de $2.0 \text{ }^\circ\text{C}$. En el campo cercano las velocidades de la corriente superficial promedian 134 cm s^{-1} , y en el campo lejano, 8 cm s^{-1} (véase figura 13b). La isoterma de $23 \text{ }^\circ\text{C}$ delimita la influencia de la pluma térmica y cubre un área de $\sim 1.9 \text{ km}^2$ (véanse figuras 14b y 11). El área simulada sobreestima la medida 16% . La distancia entre los centroides simulados y medidos es de $\sim 90 \text{ m}$. El coeficiente de correlación (R_2) calculado entre las isotermas simuladas y medidas es 0.97 .

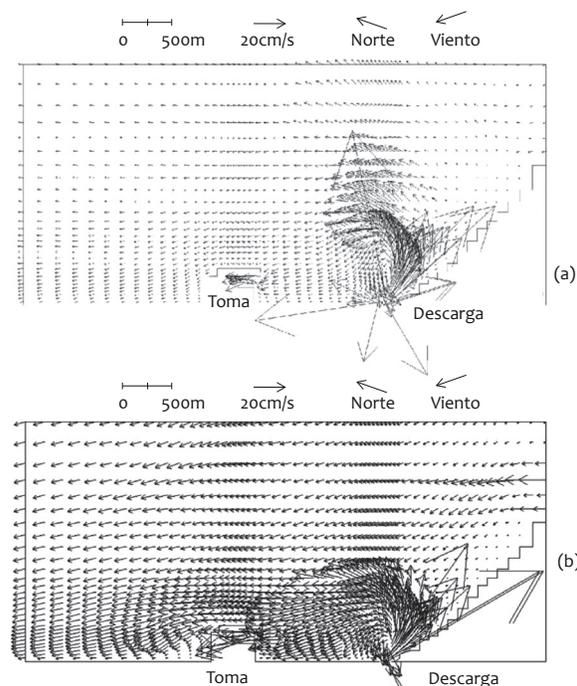


Figura 13. Descarga superficial de la Central Nuclear Laguna Verde y circulación costera del sitio Laguna Verde simuladas ($19^\circ 43' 30''\text{N}$, $96^\circ 23' 15''\text{W}$) (a) Caso II, y (b) Caso IV.

Las secciones verticales de circulación se presentan en la figura 15. En todos los casos la profundidad máxima del efluente térmico es de 3.5 m a 900 m del punto de descarga. En el campo cercano las velocidades verticales promedian 20 cm s^{-1} , mientras

que en el campo lejano las velocidades verticales son casi cero. El número densimétrico de Froude tan bajo ($Fr \ll 1$) del efluente hidrotermal de la CNLV inhibe la mezcla vertical.

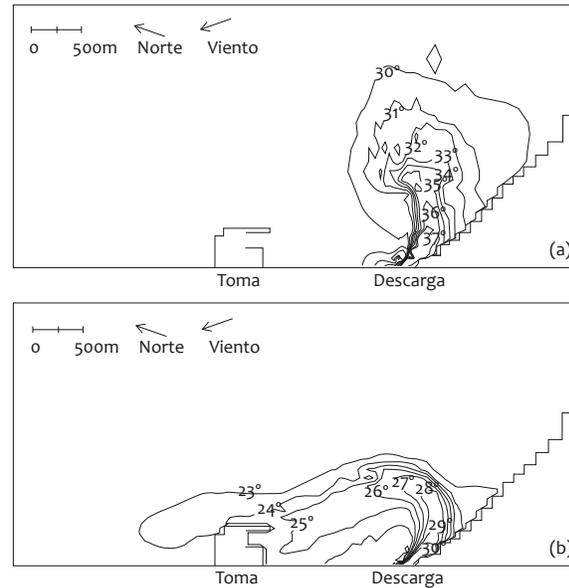


Figura 14. Plumas térmicas superficiales simuladas de la Central Nuclear Laguna Verde ($19^\circ 43' 30''\text{N}$, $96^\circ 23' 15''\text{W}$) (a) Caso II, y (b) Caso IV. Isotermas en $^\circ\text{C}$.

DISCUSIÓN

El objetivo fundamental de nuestro estudio es definir, hasta donde sea posible, el alcance para predecir el comportamiento de la descarga al mar del agua de enfriamiento de la CNLV con base en un conocimiento teórico casi completo de las leyes físicas que gobiernan la hidrodinámica costera. Más precisamente, interpretamos esto como el estado dependiente de la tasa de divergencia de las trayectorias de las parcelas de agua en el espacio fase (*phase space*) dado un conocimiento cuasi completo de la circulación costera y atmosférica del sitio Laguna Verde. Dados los errores intrínsecos de nuestro modelo y de las condiciones iniciales y de frontera de nuestras simulaciones nos topamos con la frustrante realidad de no saber con precisión la predictibilidad de la compleja dinámica de nuestro sitio de estudio.

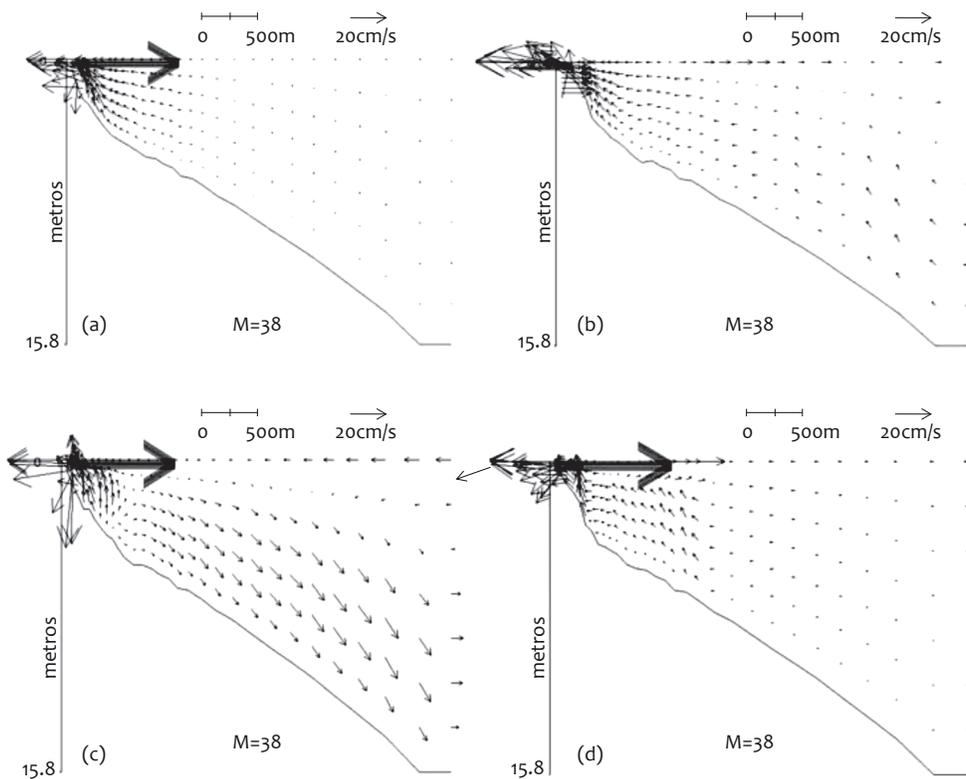


Figura 15. Velocidades verticales simuladas de la descarga superficial al mar del agua de enfriamiento de la Central Nuclear Laguna Verde ($19^{\circ} 43' 30''\text{N}$, $96^{\circ} 23' 15''\text{W}$) (a) Caso I, (b) Caso II, (c) Caso III, y (d) Caso IV.

La sinergia entre las fuentes de error ha eludido la cuantificación de sus respectivas importancias. La definición de predictibilidad (Thompson, 1957) implica que podemos medir la predictibilidad del modelo, pero que es imposible conocer precisamente la del sistema físico en la ausencia de un modelo perfecto y un registro suficientemente largo y preciso de observación. Desafortunadamente es imposible poder observar perfectamente los sistemas geofísicos y procesos ingenieriles, y por consiguiente, siempre nos encontramos con condiciones iniciales y de frontera inciertas. Aún y a pesar de estas limitaciones, las comparaciones entre nuestros campos simulados y observados muestran que el modelo reproduce aceptablemente los patrones de dispersión y difusión superficial de los efluentes medidos para varias condiciones ambientales meteorológicas y oceanográficas representativas del sitio Laguna Verde. El modelo predice las áreas de influencia

de los efluentes con una precisión de $\pm 10\%$. En tres de los cuatro casos simulados el modelo sobreestima el área total de influencia circunscrita por las isothermas de los efluentes medidos: 33% para el Caso I, 10% para el Caso III, y 16% para el Caso IV. Mientras que en el Caso II el modelo subestima 20 por ciento.

Después de realizar un análisis de escala (*scale analysis*), utilizando a) las magnitudes de las variables de campo u , v , w , ρ , P , y T ; b) las magnitudes de las fluctuaciones de las variables de campo; y c) la longitud, profundidad, y tiempo característicos sobre la frecuencia en que estas fluctuaciones ocurren, pudimos demostrar con un alto grado de exactitud que el campo de presión está en equilibrio hidrostático. Por consiguiente, para la latitud y escalas sinópticas de nuestro sitio de estudio la aproximación hidrostática que utilizamos en nuestro modelo es válida.

Para garantizar la exactitud de las condiciones de frontera especificadas y evitar restricciones innecesarias de los flujos resulta de fundamental importancia escoger adecuadamente el tipo y resolución de la malla computacional. El uso de una malla rectangular en nuestras simulaciones constituye claramente la fuente principal de error. La malla utilizada no se ajusta perfectamente a la línea de costa suroeste del sitio Laguna Verde. En el futuro esto se puede solucionar refinando más la malla rectangular o utilizando una malla curvilínea, pero esto implicaría utilizar mayor tiempo de CPU. También podríamos eliminar la condición de superficie rígida y permitir la propagación de oscilaciones superficiales. Sin embargo, esto nos obligaría a utilizar pasos de integración más pequeños, y en última instancia no resulta perfectamente claro cómo esto redundaría en mayores precisiones.

Tenemos que mantener en mente que aunque la aproximación de superficie rígida elimina las ondas gravitacionales superficiales, sí permite variaciones de presión en la superficie, mismas que se traducen en niveles equivalentes de agua por arriba del plano. Sin embargo, la aproximación de superficie rígida no elimina las ondas internas gravitacionales generadas por los frentes térmicos cerca de la descarga.

La representación adecuada de la mezcla y flujos turbulentos constituye un problema fundamental irresuelto en la dinámica de fluidos geofísicos. Nosotros hemos escogido el enfoque más simple para simular este fenómeno utilizando coeficientes de viscosidad por remolinos y de difusión térmica, cuyos valores escogimos con base en nuestra experiencia previa (Vidal, et ál., 1983). Ciertamente, se pueden utilizar otros enfoques más sofisticados. Sin embargo, no hay ninguna garantía de que esto redunde en simulaciones considerablemente más exactas y precisas. No hay parámetros absolutos universales únicos de turbulencia disponibles que podamos utilizar para modelar todos los diferentes tipos de descargas de centrales de potencia, flujos

hidrodinámicos costeros y condiciones ambientales de mezcla (Durbin y Petterson, 2010). Sería muy conveniente realizar experimentos de sensibilidad para evaluar las diferentes teorías de turbulencia en nuestro modelo para determinar cuáles representan mejor la dispersión de las plumas térmicas (Wilcox, D.C., 2006). Las altas correlaciones espaciales observadas entre nuestras plumas térmicas simuladas y medidas son indicativas de lo realista de los valores de difusividad que hemos escogido en nuestros experimentos.

El característicamente bajo número densimétrico de Froude ($Fr \ll 1$) de la descarga de la CNLV (siglas en) inhibe la mezcla vertical e incrementa la flotabilidad, y por consiguiente es el responsable de la baja tasa temporal de dilución del efluente. En todos nuestros casos de estudio los perfiles verticales de temperatura simulados demuestran que el efluente se comporta como un cuerpo sobrenadante de 3.5 m de profundidad hasta 900 m del punto de descarga. Evidentemente, la combinación de un pequeño número densimétrico de Froude y fuertes vientos del sur (Caso IV) resulta en un problema de recirculación de cuando menos 2 °C para la CNLV. El valor real de recirculación de temperatura superficial en la obra de toma de la CNLV es de 3.5 °C (figura 8b). La solución para este problema de recirculación sería construir un canal de descarga más angosto y profundo para incrementar considerablemente el número densimétrico de Froude, o bien construir una obra de toma submarina por debajo de la termoclina permanente estacional.

En conclusión, el modelo de Paul y Lick es una herramienta computacional útil para la predicción exacta del comportamiento de descargas al mar superficiales provenientes de centrales de potencia. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado en la selección de los coeficientes de difusión por remolinos y la configuración de la malla, y utilizar el modelo solamente para casos en donde las suposiciones del mismo son válidas.

APÉNDICE

Ecuaciones del modelo Paul-Lick en su forma dimensional

Conservación de masa: $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$

Conservación de momentum longitudinal:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f_o v = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

Conservación de momentum lateral:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f_o u = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial v}{\partial z} \right)$$

Aproximación hidrostática: $\frac{\partial P}{\partial z} = \rho g$

Conservación de calor:

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial t} + u \frac{\partial \Delta T}{\partial x} + v \frac{\partial \Delta T}{\partial y} + w \frac{\partial \Delta T}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(B_H \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(B_H \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B_V \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \right)$$

Ecuación de estado del agua de mar: $\rho = \rho(T)$

Donde:

- A_H = Coeficiente horizontal de viscosidad por remolinos
- A_V = Coeficiente horizontal de viscosidad por remolinos
- AV_o, AV_1 = Coeficientes para el cálculo de AV
- B_H = Coeficiente horizontal de difusión térmica
- B_V = Coeficiente vertical de difusión térmica
- BV_o, BV_1 = Coeficientes para el cálculo de BV
- $\sigma = z/h(x,y)$
- f_o = Parámetro de Coriolis
- g = Aceleración de la gravedad
- h = Profundidad
- P = Presión
- $*$ = Densidad del agua de mar
- t = Tiempo
- T = Temperatura
- ΔT = Exceso de temperatura sobre la temperatura de referencia
- u, v = Componentes horizontales de velocidad en la dirección de x e y respectivamente
- w = Componente vertical de velocidad en la dirección de z
- x, y = Coordenadas horizontales
- z = Coordenada vertical, positiva hacia abajo

FUENTES CONSULTADAS

- CFE (Comisión Federal de Electricidad) (1979). *Laguna Verde Nuclear Power Station, Unit 1 & 2, Final Safety Analysis Report*, vol. 1. CFE, México.
- CFE (Comisión Federal de Electricidad) (2003). *Nucleoeléctrica Laguna Verde*, disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/nucleoelectlagverde/>.
- Dunn, W. E.; Policastro, A. J. y Paddock, R. A., (1975). *Surface Thermal Plumes: Evaluation of mathematical Models for the near and complete Field*, Report ANL/WR-75-3, Argonne National Laboratory, Illinois.
- Durbin, P. A.; y Pettersen-Reif, B. A. (2010). *Statistical Theory and Modelling for Turbulent Flows*, John Wiley & Sons.
- Edinberg, J. E.; Brady, D.K. y Geyer, J. C. (1974). *Heat Exchange and Transport in the Environment*, Report No. 14, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution) (1984). "Thermal Discharges in the Marine Environment", *Regional Seas Reports and Studies*, UNEP, No. 45.
- International Atomic Energy Agency (IAEA) Safety Guides (1985). *Hydrological Dispersion of Radioactive Material in Relation to Nuclear Power Plant Siting*, IAEA, Viena.
- Jiménez, G. y Romero, A. S. (1992). *Estudio de temperatura de agua de mar en los meses de junio, julio y agosto de 1992*, Reporte Técnico IA-TEM-05, Comisión Federal de Electricidad.
- Jiménez, G., Romero, A. S. y Silva, J. (1990). *Evaluación preliminar de la descarga térmica de la CNLV*, Reporte Técnico IA-TEM-01, Comisión Federal de Electricidad.
- Langford, T. E. L. (1990). *Ecological Effects of Thermal Discharges*, Elsevier Applied Science, London.
- Mee, L., Noshkin, V. y Walton, A. (1989). *Worldwide Quality Control for Measuring Contaminants in the Marine Environment - 15 Years of Progress at the International Laboratory of Marine Radioactivity*, IAEA Bull, 31(2), 32-36.
- Miller, D. S. y Brighthouse, B. A. (1984). *Thermal Discharges; a Guide to Power and Process Plant Cooling Water Discharges into Rivers, Lakes and Seas*, British Hydromechanics Research Association, Cranfield.
- Paul, J. F. y Lick, W. J. (1973a). *A Numerical Model for a Three Dimensional, Variable-Density Jet*, Report No. FTAS/TR-73-92, School of Engineering, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, 73-92.
- Paul, J. F. y Lick, W. J. (1973b). *A Numerical Model for a Three Dimensional Variable Density Jet*, Proc. 16th Conf, Great Lakes Res., International Association Great Lakes Reservoir, 818-830.
- Policastro, A. J. (1972). *Heated Effluent Dispersion in Large Lakes: State of the Art of Analytical Modeling, Surface and Submerged Discharges*. Center for Environmental Studies, Argonne National Laboratory, Topical Conference, Water Quality Considerations: Siting and Operation of Nuclear Power Plants.
- Portilla, J. (1995). *Modelación de la dispersión de efluentes hidrotérmicos en el medio marino costero*, tesis en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México.
- Resnick, R. y Halliday, D. (1981). *Física*, Compañía Editorial Continental, México.
- Sengupta, S. y Lick, W. J. (1974). *A Numerical Model for Wind Driven Circulation and Temperature Fields in Lakes and Ponds*, Technical report, Division of Fluid, Thermal and Aerospace Sciences, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.
- Swartzman, G. L. y Kaluzny, S. P. (1987). *Ecological Simulation Primer*, MacMillan, Nueva York.
- Thompson, P. (1957). *Uncertainty in the Initial State as a Factor in the Predictability of Large Scale Atmospheric Flow Patterns*, Tellus, 9, 275-295.
- Vidal, F. V. y Vidal, V. M. V. (1985), "Estudios oceanográficos para el diseño y emplazamiento de centrales de potencia costaneras", *Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas*, 9(6), 215-228.
- Vidal, V. M. V.; Vidal, F. V.; Pérez-Molero, J. M. y Zambrano, L. (1983). *Estudios de la distribución*



térmica y dinámica costanera de la descarga de agua de enfriamiento de la Central Nuclear Laguna Verde, Reporte, IIE/13/1699, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Morelos, México.

Wilcox, D. C. (2006). *Turbulence Modelling for CFD*, DCW Industries, 3ª edición, La Cañada, California.

Wilson, B. W. (1960), "Note on Surface Wind Stress over Water at Low and High Wind Speeds", *J. of Geophys. Res.* 65(10), 3377-3382.



Hornos ladrilleros de San Nicolás, Tequisquiapan: contaminación ambiental, salud humana y economía

16

Joaquín Quiroz Carranza
Citlalli Cantú Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

La producción de bienes y servicios genera, inevitablemente, residuos de diversa índole y en variadas magnitudes, algunos de éstos son biodegradables como la materia orgánica, y otros son reciclables; pero existen residuos de naturaleza extremadamente peligrosa para la salud humana y los ecosistemas, por ello, la comunidad internacional se ha dado a la tarea de establecer convenios y tratados que obligan a los suscriptores a minimizar y/o eliminar su generación.

México es signatario de los acuerdos y convenios internacionales que prohíben el uso, manejo, generación y dispersión de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPS); entre estos acuerdos y convenios están el Tratado de Libre Comercio (TLC), el Acuerdo para la Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), la iniciativa para el Manejo Adecuado de Sustancias Químicas (MASQ) y el Convenio de Estocolmo (Fernández et ál., 2004; Martínez y Yarto, 2004).

Así mismo la legislación federal mexicana, en materia ambiental, establece la necesidad de controlar, minimizar y evitar las emisiones de COPS, para eso en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Pro-

tección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), mediante las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 052, 053 y 087, se establecen los límites máximos de emisión de sustancias relacionadas con los compuestos peligrosos. Pero no se restringe ni se norma el uso de materiales residuales como combustibles, ya que hasta la industria cementera somete a combustión neumáticos de desecho y aceite automotriz residual para la combustión durante la fabricación de sus productos, con autorización de los encargados correspondientes.

La generación de residuos y sus efectos en la salud humana y de los ecosistemas, implica una amplia diversidad de factores culturales, políticos, legales, económicos, sociales, entre otros. Por esta razón, su entendimiento y la construcción de emprendimientos para reducir o eliminar las emisiones, implica un proceso de alta complejidad.

Particularmente, los compuestos de alta peligrosidad que en la actualidad se han normado internacionalmente a partir del Convenio de Estocolmo



para evitar su uso, manejo y dispersión, son: aldrina, clordano, DDT, dieldrina, eldrina, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, furanos, bifenilos policlorados y dioxinas (Fernández et ál., 2004).

Los bifenilos policlorados y las dioxinas se generan ampliamente por la combustión incompleta de combustibles o por la incineración de residuos derivados de hidrocarburos (neumáticos, PVC, PET, entre otros) (Ruiz, 2005), el efecto perjudicial de estas sustancias sobre la salud humana implica la participación de un amplio conjunto de factores como son: la fuente contaminante, pasada, presente o futura; medios naturales de transporte como aire, agua, suelo, aerosoles, polvo, alimentos, cenizas de combustión, animales domésticos y silvestres; sitio de exposición; vía de exposición como inhalación, ingesta, absorción dérmica y población receptora sea humana o biota circundante. Particularmente en los seres humanos los factores que definen el efecto son la edad, el peso corporal, el nivel de nutrición, la tasa de ingestión diaria y la tolerancia o resistencia a un determinado compuesto (Díaz-Barriga et ál., 2004). Así mismo, se reconoce que la prevención, suspensión de uso y manejo de sustancias tóxicas y persistentes implica diversos aspectos socioeconómicos, ambientales, legales, de vigilancia y científico-técnicos (Díaz-Barriga et ál., 2004).

Aquí se aborda la problemática de la producción de los hornos ladrilleros en San Nicolás, Tequisquiapan, Querétaro, México, desde la perspectiva de la responsabilidad ambiental integral y no como convencionalmente lo hacen las instituciones gubernamentales que únicamente plantean soluciones tecnológicas o normativas, ya que un problema complejo requiere invariablemente un análisis integral y propuestas holísticas. De manera que el análisis se emprende considerando la responsabilidad ambiental de productores, empresarios, comerciantes de la construcción y consumidores. También se identifica la distribución inequitativa de los beneficios económicos derivados de la producción de ladrillos y también del reparto no homogéneo de los daños y perjuicios de las emisiones contaminantes de los hornos ladrilleros.

El objetivo central de este texto es explicar la problemática social, económica y ambiental derivada de la producción artesanal de ladrillos en San Nicolás, Tequisquiapan, Querétaro, con base en la información más reciente, para concatenar diversos elementos dispersos en la literatura especializada, datos que suelen ser poco accesibles a la sociedad civil, y que, sin duda, deben tenerse en cuenta en la toma de decisiones de este sector, así como de las instituciones gubernamentales.

EL MUNICIPIO DE TEQUISQUIAPAN, QUERÉTARO

El municipio de Tequisquiapan, se localiza en el sureste del estado de Querétaro. Limita al sur con San Juan del Río, al oeste con Pedro Escobedo, al norte con Ezequiel Montes y al este con el municipio de Tezozautla, Hidalgo (véase mapa 1). Posee una altitud de 1 880 msnm y tiene una extensión territorial de 343.6 km² (INEGI, 2005). Se encuentra ubicado entre los 20° 40' a 20° 27' de latitud norte y los 99° 49' a 100° 05' de longitud oeste; la cabecera municipal está a 20° 52' latitud norte, y 99° 88' de longitud oeste (Vega, 2008) (véase mapa 2).

Este municipio reúne 95 localidades y agrupa un población total de 54 929 habitantes, la cabecera municipal es Tequisquiapan con una población de 26 858 habitantes, le sigue San Nicolás con 5 107 habitantes, 11 localidades con una población de entre 484 y 3 884 habitantes y las 82 restantes tienen poblaciones menores a 350 habitantes (INEGI, Iter, 2010) (véase tabla 1).

El municipio de Tequisquiapan, presenta un bajo grado de marginación, ocupando el 15° lugar en el estado, pero el 21 de sus localidades presentan alto nivel de marginación y 5 localidades, una marginación de nivel medio (Sedesol, 2008) (véase tabla 2).

El municipio cuenta con dos delegaciones: la de San Nicolás y la de Santillán, que no tienen ninguna subdelegación; y 16 subdelegaciones: Barrio de la Magdalena, Barrio de los Tepetates, Barrio de San Juan y Colonia Santa Fe, Bordo Blanco, Colonia Adolfo

López Mateos, El Cerrito, El Sauz, El Tejocote, Fuentezuelas, Hacienda Grande, La Fuente, La Laja, La Tortuga, La Trinidad, Los Cerritos y San José la Laja (Vega, 2008).

Tabla 1. Localidades del municipio de Tequisquiapan con población superior a 400 habitantes

Localidad	Población		
	total	Hombres	Mujeres
Tequisquiapan	26 858	12 804	14 054
San Nicolás	5 107	2 568	2 539
La Fuente	3 884	1 885	1 999
Fuentezuelas	2 730	1 256	1 474
El Tejocote	2 358	1 211	1 147
Bordo Blanco	2 327	1 127	1 200
Los Cerritos	1 942	951	991
San José de la Laja	1 804	880	924
La Tortuga	1 709	818	891
La Trinidad	1 579	763	816
Santillán	1 083	482	601
La Laja	969	462	507
El Cerrito	484	228	256

Tabla 2. Localidades de Tequisquiapan con alto grado de marginación

Localidad	Grado de marginación	Población total
San José (La Troje)	Alto	26
La Lagunita	Alto	52
Col. Los Arquitos	Alto	75
La Corraletas	Alto	47
Ejido San Nicolás	Alto	30
Los Cerritos	Alto	1942

Localidad	Grado de marginación	Población total
El Bordo	Alto	36
Presa Centenario (La Palapa)	Muy alto	70
El Cerrito	Alto	484
Ramas Blancas	Alto	196
El Cerrito de las Lozas	Alto	9
Ranchito San José	Alto	22
El Sabino	Alto	15
Rancho Los Naranjos	Alto	12
Estación Bernal	Alto	32
Rancho Macañal	Alto	33
Col. Santa Fe	Alto	121
San José de la Laja	Alto	1804
La Bolita	Alto	39
Zona Sur Tequisquiapan	Alto	12
La Fuente	Alto	3884
La Fuente sección Oriente	Alto	62

Fuente: Sedesol, 2008

SAN NICOLÁS, TEQUISQUIAPAN

Qro.

La localidad de San Nicolás, se localiza a los 20° 28' 42" de latitud norte y a los 99° 56' 15" de longitud oeste, tiene 1 920 msnm y se encuentra a 7 km de la cabecera municipal. Tiene una población de 5 107 habitantes, de los cuales 50.2% son hombres y 49.8% son mujeres. Esta población se encuentra distribuida en 1 078 viviendas, con un promedio de 4.7 habitantes por vivienda; 76.7% de las viviendas poseen piso con algún recubrimiento (cemento, cerámica u otro) y 22.5% tienen piso de tierra. Dieciséis punto cinco por ciento carece de excusado, lo que conlleva a la práctica del fecalismo al aire libre. En 9.4% de las viviendas no hay servicio de agua potable y 15.8% no dispone de drenaje. En 48.1% de las viviendas no hay refrigerador y 69% tampoco tiene lavadora (INEGI, 2010) (véase tabla 3).

Tabla 3. Características demográficas y de servicios en la vivienda de San Nicolás, Tequisquiapan

Localidad	Población				Características de las viviendas y servicios			
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Habitantes por vivienda	Con piso cubierto	Con piso de tierra	Con excusado
San Nicolás	5 107	2 568	2 539	1 078	4.74	827	243	900
	Características de las viviendas y los servicios							
	Agua potable al interior	Con drenaje	Sin drenaje	Con energía eléctrica	Con TV	Con refrigerador	Con lavadora	Con computadora
	976	896	171	1 057	990	559	314	34

Fuente: INEGI, Iter, 2010

Los habitantes de San Nicolás se distribuyen en 1 078 viviendas, 23% de éstas carecen de piso pétreo, 16% no dispone de drenaje y excusado, 9% necesita el servicio de agua potable, en 52% se presenta hacinamiento.

Trece por ciento de la población de 15 años o más es analfabeto, 25% de los habitantes de 15 años o más tienen la primaria inconclusa, 70% no dispone de lavadora y 48% carece de refrigerador. Estos indicadores colocan a la localidad en un nivel medio de marginación (Sedesol, 2008). Las cifras mencionadas tratan de explicar por qué el nivel de marginación educativa, patrimonial y de habilidades, impide que sus habitantes realicen actividades diferenciadas de los hornos, por lo que las circunstancias de pobreza y marginación los orilla a realizar esta actividad de origen tradicional.

LADRILLOS Y ARCILLAS

Los ladrillos rojos están elaborados fundamentalmente con barro o arcilla, la cual es una sustancia mineral originada por la acción hidrotermal de rocas ígneas, está compuesta de minerales arcillosos (granitos, reolitas, dioritas, basaltos), así como

cuarzo, feldespatos, plagioclasas, piroxenas, rutilo, limonita y materia orgánica. Dichas sustancias se clasifican en *primarias* las cuales son las que permanecieron en el mismo lugar de origen, y las *secundarias*, que fueron acarreadas, éstas últimas se dividen en: fluviales, aquellas depositadas en los ríos, generalmente de baja calidad; lacustres, asentadas en lagos, y son de buena calidad; marinas, que son más uniformes que las lacustres; las de deltas, arenosas y de composición irregular; glaciares y eólicas (De Pablo, 1964).

Las arcillas para ladrillos son impuras, de mediana plasticidad, composición y mineralogía variable, generalmente no son de color blanco y contienen hasta 5% de álcalis, 12% de alcalinotérreos y 8% de ácido férrico (De Pablo, 1964).

Las arcillas poseen diversas propiedades físicas y químicas, entre las primeras destacan: la elasticidad, el endurecimiento, el color y la absorción; dentro de las propiedades químicas está la resistencia a la acción química de los reactivos. Cuando las arcillas se someten a diversas temperaturas ocurren los siguientes fenómenos: a 100 °C se elimina el agua higroscópica ; entre 300 y 400 °C

el agua llamada *de combinación* es liberada; entre 600 y 700 °C el agua en la arcilla es totalmente eliminada; entre 700 y 800 °C adquiere propiedades tales como dureza, contracción y sonoridad, la sílice y la alúmina comienzan a formar un silicato anhidro (mullita: Al₂O₃ SiO₂) y a los 1 500 °C aparecen los primeros síntomas de vitrificación. La coloración de las arcillas se debe a la presencia de óxidos metálicos, principalmente el de hierro (por su actividad y abundancia). Dependiendo de si la llama es oxidante o reductora se colorea de rojo, amarillo, verde o gris (Calderón, s/f).

LOS HORNOS LADRILLEROS EN QUERÉTARO

En México la fabricación de ladrillo rojo cocido es realizada, en su mayoría, por empresas informales, no reguladas, sin apego a estándares de calidad, sin reglamentación de funcionamiento y no cumple con normas laborales, ambientales o fiscales. La fabricación de ladrillo rojo se realiza a escala familiar por estas empresas asentadas en locaciones no planificadas distribuidas a lo largo de la República Mexicana. Hasta el momento no existe un censo oficial y completo de localización de la industria artesanal de ladrillos en México (Rea et ál., 2004). De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2010) en México funcionan 10 250 hornos artesanales, cada uno de los cuales emite aproximadamente 5.4 toneladas de contaminantes al año (Rea et ál., 2004).

En 2005 había en México 24 millones de viviendas y 79.5% de los muros de ellas estaban construidas con materiales durables, incluyendo el ladrillo rojo recocido. En el año 2006 se produjeron en el país 375 millones de ladrillos no refractarios con un valor de 681.2 millones de pesos y 31.5 millones de teja con valor de 227.8 millones de pesos. En el estado de Querétaro, el requerimiento de ladrillo de la industria de la construcción es abastecido, casi en su totalidad, por los hornos ladrilleros artesanales

(Rea et ál., 2004). Entre 1972 y 1992 los ladrillos artesanales ocuparon 44% de los muros de 1 733.938 viviendas de interés social (Meli et ál., 1994).

Las miniempresas de ladrillos artesanales se pueden encontrar en casi toda la República Mexicana: en Ciudad Juárez funcionan 332 hornos (Rea et ál., 2004); en el estado de Guanajuato funcionan 3 000 hornos (NTE-IEG-001/98); y en Querétaro, 546 (Rodríguez, et ál. s/f), que, en este estado se encuentran distribuidos en los municipios de Tequisquiapan, San Juan del Río, El Marqués, Pedro Escobedo y Querétaro (véase tabla 4). Los 546 hornos establecidos en el estado de Querétaro generan empleo aproximadamente para 3 800 trabajadores. En promedio en cada horno laboran entre 6 y 7 trabajadores, quienes producen 10 000 ladrillos al mes (Rodríguez, et ál. s/f). Cada ladrillo se vende al mayorista en 1 peso y su precio de venta al público es de 2 pesos. Si el ingreso por horno fuera distribuido de forma homogénea cada trabajador recibiría entre 1 400 y 1 650 pesos mensuales (esto sin contar el gasto en combustible, reparación de horno, etc.). Los intermediarios únicamente por la transacción obtienen la misma cantidad y la industria de la construcción sumas millonarias.

Para elaborar los ladrillos se mezclan tierra arcillosa y agua, esta argamasa se coloca en moldes rectangulares (26.5 x 15.5 x 5.5 cm), los cuales se dejan secando al sol por un lapso de entre 48 y 72 horas para eliminar la mayor cantidad de humedad y posteriormente se hornean en construcciones de aproximadamente 4 x 4 x 2 m, las cuales poseen un orificio en la parte inferior, bajo el nivel del suelo, para colocar el dispositivo de suministro de combustible o quemador. La parte superior del horno se deja abierta para introducir ladrillos crudos y para conducir las emisiones. El tiempo de horneado y la cantidad de combustible requerido dependen de la capacidad del horno y de la calidad y tipo de combustible. El tiempo de horneado promedio para 10 000 ladrillos oscila entre 24 y 30 horas (Rea et ál., 2004).

Tabla 4. Número de hornos por localidad en Querétaro

Localidad	Total de hornos
Tequisquiapan	2
Bordo Blanco, Tequisquiapan	19
San Nicolás, Tequisquiapan	251
Jesús Ma. Barrientos, El Marqués	9
La Angostura, El Marqués	24
La Palma, El Marqués	15
La Griega, El Marqués	8
Vistha	112
San Pedro	11
La Solana, Querétaro	84
Pedro Escobedo	11
Total	546

Distribución de hornos ladrilleros en Querétaro (Rea et ál., 2004).

La economía de San Nicolás se sustenta principalmente en la producción artesanal de diversos productos para la industria de la construcción: ladrillos rojos recocidos, solera, solerón, losetas, tejas, cuñas, pecho de paloma, óvalo para columnas, entre otros. A esta actividad se dedican 251 hornos ladrilleros artesanales en la localidad.

La elaboración de ladrillo y otros productos de barro es la principal fuente de ingresos económicos de las familias de San Nicolás. Esta actividad es, junto con la zona industrial de San Juan del Río, una de las principales fuentes de contaminación ambiental y de daño a la salud humana en la región. Las emisiones perjudican a los propios habitantes de esta localidad, así como a los de localidades vecinas, ya que los contaminantes generados por estas actividades se transportan por medio de factores bióticos y abióticos como el viento, el agua, los vegetales y los animales.

En promedio cada uno de los 251 hornos ladrilleros, utiliza mil litros de combustible líquido en la fabri-

cación de 10 000 piezas mensuales. Si estos hornos trabajan continuamente su funcionamiento implica la utilización de 251 000 litros de algún tipo de combustible líquido mensualmente. Aunado a lo anterior, estas microempresas utilizan combustibles no convencionales como neumáticos, aceite quemado o polímeros residuales (PET, PVC, PEAD, PEBD), los cuales junto con los sistemas de combustión ineficientes provocan una combustión incompleta que genera dioxinas, bifenilos policlorados, monóxido de carbono y otros contaminantes asociados al azufre y al nitrógeno, y que a su vez, tienen efectos negativos en los ecosistemas y la salud humana a corto, mediano y largo plazo.

Los combustibles usados con mayor frecuencia en San Nicolás, Tequisquiapan son: el combustóleo (65.8%), aceite automotriz residual (10.8%), madera residual (5.8%), mezcla de combustóleo y aceites usados (2%) y otros (9.8%), donde se incluyen residuos sólidos, residuos líquidos, aserrín, fibras, sintéticas y naturales, plásticos, ceras, neumáticos, residuos industriales, mezclas de solventes y basura, entre muchos otros (Rea et ál., 2004).

Por otra parte se ha confirmado la presencia de sustancias cancerígenas en los humos que emanan de los hornos ladrilleros. Entre esas sustancias tóxicas se encuentran bifenilos policlorados (PCB) (prohibida en México desde el año 1970) y las dioxinas (Rea et ál., 2004). En Querétaro no existe una norma oficial que regule el funcionamiento de los hornos ladrilleros, mientras que en el estado de Guanajuato se aplica la norma NTE-IEG-001/98, la cual especifica que este tipo de empresas no deben estar ubicadas cerca de áreas naturales protegidas, de preservación ecológica, áreas con especies en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras o sujetas a protección especial; estar a más de 5 km de asentamientos humanos mayores a 2 500 habitantes y otras disposiciones para reducir los efectos dañinos, no para evitarlos, lo cual contradice los acuerdos y convenios internacionales firmados por México.

Asimismo, la NTE-IEG-001/98 indica que estas microempresas deben instalarse en sitios desde los

cuales las emisiones no lleguen a los centros de población en ninguna época del año y mínimo a 1 500 metros de las carreteras, explica procedimientos para el registro y autorización de funcionamiento y combustibles autorizados, entre otras especificaciones.

BIFENILOS POLICLORADOS Y DIOXINAS

Debido a las propiedades dieléctricas, térmicas y lubricantes de los PCB (bifenilos policlorados), éstos son empleados en diferentes sectores de la industria; las aplicaciones más comunes son para capacitores (incluyendo balastos para lámparas fluorescentes); transformadores en aceite; plastificantes en resinas dieléctricas y en hules; papel copia sin carbón; fluidos hidráulicos; aceites lubricantes y de corte; líquidos para transferencia de calor; pigmentos para pinturas, selladores, adhesivos, tintas de impresión, ceras para pisos y agentes desengrasantes.

Los nombres de mezclas comerciales de PCB anotados en la NOM-133-Semarnat-2000 son: Aceclor, Apirolo, Aroclor, Asbestol, Askarel, Bakola 131, Clophen, Clorphen, Chlorextol, Clorinol, Delor, Diaclor, Dk, Dp, Dykanol o dycanol, Eec-118, Electrophenil, Elemex, Eucarel, Fenclor, Hyvol, Inclor, Inerteen, Kanechlor, Kennechlor, Mcs-1489, Montar, Nopolin, No flamol, Pcb o Pcb's, Phenoclor, Pydraul, Piroclor, Saf-t-kuhl, Santotherm, Sat-t-america, Sovol, sovtol, soviol, sorol, Therminol, Pyranol y Pyralene (NOM-133-Semarnat-2000).

Los PCB pueden ingresar a los organismos por medio de la inhalación, ingestión y absorción cutánea, son bioacumulables, no biodegradables y casi indestructibles, afecta el tejido dérmico, el hígado y otros órganos internos, provoca efectos neuromusculares y metabólicos, daña el sistema inmunológico, la reproducción, causa anomalías fetales, cáncer y problemas citogenéticos (Matamoros, 2007).

Dioxina es un concepto que se usa para referirse a 75 congéneres de Policlorodibenzo – p – dioxina (PCDD) y 135 congéneres de Policlorodibenzofura-

nos (PCDF), compuestos altamente tóxicos generados en altas temperaturas de los procesos de combustión (Longoria et ál., 2008).

Los bifenilos policlorados y las dioxinas, son generados involuntariamente por los productores artesanales de ladrillos, debido al uso de combustibles residuales como son neumáticos y otros polímeros (PET, PVC, PEAD, PEBD), combustóleo y mezcla de éste con aceites automotrices residuales, entre otros.

Para tener una idea realista de la peligrosidad de las emisiones de los hornos ladrilleros, se puede poner el ejemplo de Nuevo León, donde de acuerdo con la Semarnat (2010) existen nueve hornos, Longoria et ál., (2008) demuestran que las dioxinas presentes en muestras de polvos obtenidos de lugares cercanos a estos establecimientos superan entre 20 y 50 veces el límite máximo permisible marcado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA), institución que señala como límite máximo una parte por billón (1 ppb) para suelos urbanos. Mientras que para el caso de los bifenilos policlorados la EPA señala un límite máximo permitido de 0.00008 ppb para los cuerpos de agua. Por su parte, la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA) considera un límite de 0.2 a 3 ppm en alimentos (Carrasco et ál., 2004).

Algunas de las opciones tecnológicas y políticas de las instituciones gubernamentales para reducir las emisiones hacia la atmósfera derivadas de los hornos ladrilleros han sido: a) sustitución y regulación de combustibles por aquellos que no generen estos contaminantes y b) diseño de hornos eficientes. Ambas propuestas se han desarrollado desde una perspectiva de diseño y transferencia de tecnología jerárquica y centralizada; poco se ha hecho sobre la generación de opciones desde la opinión de los productores, basadas en su propio conocimiento, experiencia, expectativa y deseo. Por otra parte existen emprendimientos como el horno solar de ladrillos, que se encuentra en desarrollo en el Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecno-

logía Avanzada (Cicata-IPN), tecnología a través de la cual se propone reducir a cero las emisiones de cualquier tipo de contaminante de efecto invernadero o persistente.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las emisiones contaminantes derivadas de la combustión de materiales residuales e hidrocarburos en los hornos ladrilleros de San Nicolás, Tequisquiapan, como de otros sitios de Querétaro y de la República Mexicana, provocan daños incalculables a los ecosistemas y la salud humana de los habitantes de las localidades directamente relacionadas, así como de localidades cercanas. Daños que pueden ser desde leves, como irritación ocular o trastornos dérmicos, hasta graves como cáncer y malformaciones genéticas. La solución de esta problemática implica no sólo el diseño e implementación de modelos tecnológicos y búsqueda de combustibles amigables con el ambiente, sino, ante todo, identificar las causas últimas del problema, de lo contrario no habría diferencia entre las propuestas científicas y las políticas, estas últimas caracterizadas por la inmovilidad o el inmediatismo.

La causa última que desencadena los procesos descritos en este documento, comienza con la demanda originada por la industria de la construcción y los grandes consorcios de materiales del ramo, quienes establecen un precio subvaluado a los ladrillos rojos de un peso por pieza (mil pesos el millar), valor que impide generar utilidades que puedan invertirse en mejoramiento tecnológico, adquisición de combustibles amigables con el ambiente y sufragar los pagos de seguridad social para los trabajadores de los hornos ladrilleros.

La acumulación monetaria en las grandes empresas de la construcción y consorcios comerciales del ramo, se deriva de los pasivos ambientales y sociales, lo cual implica que los costos de la degradación ambiental del suelo por la extracción inmoderada de arcillas y vertido de residuos, el aprovechamiento irracional del agua y su contaminación, las emisiones a la atmósfera, la degradación social por las

condiciones inadecuadas de trabajo y las enfermedades de los trabajadores y habitantes de la región, se transfieren a las utilidades de los grandes capitalistas y comerciantes inmobiliarios.

De esta forma, la solución necesariamente pasa por la presión de la sociedad civil sobre las autoridades municipales, estatales y federales, para que de forma expedita se estructure un cuerpo legal, dígame Norma Oficial Mexicana, sobre la producción, comercialización y uso final de los ladrillos artesanales, norma que deberá obligar a los industriales de la construcción y comerciantes inmobiliarios para incluir en sus obras únicamente ladrillos certificados, los cuales deberán cumplir con estrictos controles de calidad tanto de los materiales para su elaboración, implementos tecnológicos, procesos de combustión, combustibles amigables con el ambiente y condiciones adecuadas de trabajo para los productores.

Podemos señalar que el sector científico de México ha aportado las evidencias documentales de la gravedad de las emisiones de contaminantes orgánicos persistentes por la combustión de los hornos ladrilleros, lo que representa violaciones a los acuerdos y convenios internacionales signados por México.

Hace falta que la sociedad civil organizada e informada presione y obligue a sus representantes de los tres niveles de gobierno para que completen la normatividad y la apliquen estrictamente para así, reducir las ganancias de los capitalistas, mejorar las condiciones de trabajo y salud de los productores, y eliminar las fuentes de COPS.

Debemos aplicar las medidas adecuadas para avanzar hacia el modelo de desarrollo sustentable y humano plasmado en nuestra Carta Magna. De esta forma, las autoridades de cualquiera de los tres niveles que hagan caso omiso de dichos preceptos, los estarían violando y quedarían fuera del ámbito legal, con lo que ya podrían sancionarse las acciones que fueran en contra de la ley establecida. Es necesario que la sociedad civil recuerde a sus representantes las obligaciones legales que adqui-

rieron junto con su constancia de mayoría y que fundamentalmente consisten en velar por el cumplimiento de las leyes y normas vigentes, así como generar iniciativas de leyes para promover mejoras sociales, económicas y ambientales que consoliden el estado de derecho.

FUENTES CONSULTADAS

- Calderón A., Ch. H. (s/f). *Producción y comercialización del ladrillo en Colombia*. Disponible en: www.monografias.com/trabajos14/ladrillocolomb/ladrillocolomb.shtml
- Carrasco R., G.; Peña R., M. A. y Sánchez N., F. (2004). *Disposición y tratamiento de bifenilos policlorados*, tesis de licenciatura en Ingeniería Química, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, p. 93
- De Pablo, L. (1964). "Las arcillas. I. Clasificación, identificación, usos y especificaciones industriales", *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 2:49-92.
- Díaz-Barriga, F.; López, D.; Pérez, I. N.; Batres, L. E. y Yáñez, L. (2004). "Evaluación del riesgo para las sustancias tóxicas persistentes", en: Adrián Fernández Bremauntz, Mario Yarto Ramírez y José Castro Díaz (compiladores), *Las sustancias tóxicas persistentes en México*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología, pp. 233-244.
- Fernández B. A.; Yarto R, M.; y Castro D, J. (2004). *Las sustancias tóxicas persistentes en México*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología.
- INEGI (2000). *Anuario Estadístico Querétaro*.
_____ (2010). *Integración territorial (Iter)*.
_____ (2005). *Cuaderno Estadístico Municipal de Tequisquiapan, Querétaro Arteaga*. Disponible en: www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem05/info/qtr/m017/mapas.pdf
- Longoria S., Z. A.; Alfaro B., J. M.; Acuña A., K. y Elizondo M., P. (2009). *Extracción y análisis de dioxinas en cenizas de procesos de combustión*, Laboratorio de Química Analítica Ambiental y Laboratorio de Biorremediación Ambiental, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L.
- Martínez C., M. A. y Yarto R., M. A. (2004). "Introducción", en: Adrián Fernández Bremauntz, Mario Yarto Ramírez y José Castro Díaz (compiladores), *Las sustancias tóxicas persistentes en México*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, pp.17-32
- Matamoros, E. A. (2007). *Preparación de inventarios nacionales y planes nacionales para el manejo ambientalmente racional de PCB y equipo que contenga PCB en Centroamérica y Panamá*, San Salvador, El Salvador, p. 59
- Meli, R; Alcocer, S.M. y Díaz Infante Ch, L. A. (1994). "Características estructurales de la vivienda de interés social en México", *Cuadernos de Investigación*, núm. 17, Centro Nacional de Prevención de Desastres, pp. 25-52
- NOM-133-Semarnat-2000, (2001). "Protección ambiental-bifenilos policlorados-especificaciones de manejo", *Diario Oficial*, 10 de diciembre.
- Norma Técnica Ecológica NTE-IEG-001/98 que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la instalación y reubicación de hornos ladrilleros en el estado y las condiciones para la operación de los hornos en la elaboración y cocido de piezas elaboradas con arcillas para la construcción.
- Rea, M. A; Martínez, G. G.; Cabrera, L. G.; Ruiz, F. L. E.; Zárate, A. L.; Rodríguez, M. E.; Rodríguez, D. M. G.; Rico, R. M. y Gómez, R. H. (2004). *Evaluación del riesgo asociado a la fabricación artesanal de ladrillo rojo en el estado de Querétaro*, Informe final Fondos Mixtos-Conacyt-Gobierno del Estado de Querétaro.
- Rodríguez-Muñoz, Ma. E.; Anaya-Alonso, A. L.; Rico-Rodríguez, M. A.; Olvera-Coronel, M. A. y Rea, M. A. (s. f.). *Dispersión y efectos de contaminantes emitidos por la industria ladrillera artesanal*, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, Reporte Técnico, Fondos Mixtos Conacyt-Gobierno del Estado de Querétaro.
- Ruiz, A., G. M. (2005). "Biodegradación de bifenilos policlorados (BPC) por microorganismos", *Acta Universitaria*, Universidad de Guanajuato, 15 (2): 19-28.
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social) (2008). *Catálogo de localidades. Unidad de Microrregiones y Dirección Regional Adjunta de Planeación*



Microrregional. Disponible en: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/default.aspx?tipo=clave&campo=loc&valor=22017&varent=22&varmun=017>

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2010). *Problemática ambiental de la actividad de fabricación artesanal de ladrillo*, Dirección General de Gestión de la calidad

del aire y RETC, Subsecretaría de la gestión para la protección ambiental, (presentación powerpoint).

Trejo C., O. (2010). *Problemática ambiental de la actividad de fabricación artesanal de ladrillos*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Vega O., J. (2008). *Por el bien de Tequisquiapan*, Ayuntamiento de Tequisquiapan, 2006-2009.



Alternativas para la remoción de arsénico en agua para consumo humano en Zimapán, Hidalgo

17

Dennis Amelia Narváez Suárez
Víctor Santes Hernandez
Esteban López Salinas
Lorena Elizabeth Campos Villegas

INTRODUCCIÓN

El arsénico ha sido reconocido como un contaminante y agente tóxico desde hace más de dos siglos (Zhu et ál., 2002). La Agencia Internacional para la Investigación contra el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés), organismo que depende de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha clasificado el arsénico como un carcinógeno del grupo I. En la exposición ambiental la vía de entrada más común es la oral, a través de la ingesta de agua y alimentos contaminados; y en la exposición ocupacional resulta transcendental la vía inhalatoria. Es importante resaltar que una de las principales fuentes de contaminación es de origen geológico debido al alto contenido de sulfuro de arsénico y arsenopirita en rocas sedimentarias y volcánicas, que por erosión y lixiviación contaminan los mantos freáticos. Se estima que la exposición a arsénico a través del agua afecta aproximadamente a 140 millones de personas en el mundo (States et ál., 2011).

Los efectos en la salud derivados de la exposición a este metaloide son ampliamente conocidos, tal es el caso de cáncer de piel, pulmón, vejiga, riñón e hígado (IARC, 2004; De Esparza, 2004; Gómez-Cami-

nero, et ál., 2001). Además de sus efectos carcinogénicos, la exposición a arsénico está relacionada con el desarrollo de otras patologías como lesiones en piel (despigmentación e hiperqueratosis), enfermedades vasculares periféricas, toxicidad en sistema reproductivo y sistema nervioso (Abernathy et ál., 1999). Por lo anterior, la Organización Mundial de la Salud ha sugerido que la concentración de 10 µg/L de arsénico en agua de consumo humano se establezca como límite máximo permisible. Diversas regiones en el mundo presentan problemas de arsenicismo, tal es el caso de países como Estados Unidos, China, Chile, Bangladesh, Taiwán, Argentina, India, entre otros, en los que la concentración de arsénico en el agua que se utiliza para consumo humano rebasa con mucho los límites máximos establecidos, lo que provoca diversos efectos negativos a la salud.

En México también existen regiones con elevadas concentraciones de arsénico en agua, tales como la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango), Zimapán (Hidalgo), Acámbaro (Guanajuato), Zacatecas (Zacatecas), Delicias, Meoqui, Camargo, Jiménez

(Chihuahua), Huautla y Cuautla (Morelos); esta agua es utilizada para el consumo de la población provocando graves problemas de salud (Vega, 2000; Rivera y Piña, 2002; Méndez y Armienta, 2003; Avilés, et ál., 2003).

El arsénico se encuentra en forma orgánica e inorgánica en el medio ambiente. Dentro de la clasificación inorgánica se encuentran dos especies principales: el arsenato, que presenta un estado de oxidación (V); y el arsenito con estado de oxidación (III), cuya presencia depende de las condiciones del medio en que se encuentra (Pradosh y Anupama, 2002; Duker, et ál., 2005).

El arsénico se encuentra en el ambiente de manera natural en las rocas ígneas, las cuales provienen de la actividad volcánica. Aunado a ello se debe considerar que el ciclo natural del arsénico se ha alterado por actividades antropogénicas, tales como la minería, la fundición de metales, los fertilizantes, pesticidas, conservadores de madera, combustibles fósiles, residuos municipales, actividades militares (Wang y Mulligan, 2006), lo que incrementa la exposición ambiental.

La contaminación del agua superficial y de los mantos freáticos por arsénico, ya sea de origen geológico o antropogénico, y los serios efectos en la salud derivados de la exposición a este metaloide obligan a la búsqueda de nuevas metodologías —o bien a la optimización de las ya existentes— que permitan disminuir la concentración de arsénico en agua. La remoción de arsénico del agua se lleva a cabo mediante diferentes métodos, entre ellos podemos mencionar los procesos de membrana como la ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa; tratamientos electroquímicos como electrodiálisis y electrocoagulación; adsorción ya sea con alúmina activada, carbón activado o hidróxido férrico granular y otros como el intercambio iónico. Todos presentan ventajas y desventajas; pero un problema que presentan los procesos más eficientes son los altos costos asociados con la inversión, operación y mantenimiento (Álvarez y Uribe, 2006).

La adsorción ha llamado la atención de diversos grupos de investigación debido a su alta eficiencia, fácil operación y bajo costo, sin embargo, se han encontrado algunas desventajas como la desactivación por presencia de iones competitivos. Los adsorbentes generalmente son importados y su regeneración es complicada y costosa, lo que ha conducido a la investigación constante de nuevos adsorbentes (Mohan y Pittman, 2002; Álvarez y Uribe, 2006)

En la naturaleza existen materiales que pueden ser utilizados como adsorbentes, tales como las zeolitas que se emplean para diferentes aplicaciones. A nivel industrial las más empleadas son las sintéticas, algunas de sus aplicaciones incluyen la sustitución de fosfatos como ablandadores del agua (captación de Ca^{2+}), la remoción de óxidos de nitrógeno (NO_x), y adsorbentes de compuestos orgánicos volátiles (COV). En este contexto, los reportes científicos coinciden en el potencial de las zeolitas naturales (Elizalde-González et ál., 2001; Shevade y Ford, 2004).

En este trabajo se presenta el estudio de tres materiales que se evaluaron como alternativa para la remoción de arsénico presente en el agua para consumo humano de la zona de Zimapán.

EL ARSÉNICO

El arsénico es un elemento que ocupa el lugar número 20 en abundancia en la corteza terrestre, el 14 en el agua de mar y el 12 en el cuerpo humano. La concentración promedio de arsénico en rocas ígneas y sedimentarias es de 2 mg/kg. En la mayoría de las rocas la concentración oscila entre 0.5 y 2.5 mg/kg. También se encuentra en sedimentos marinos, donde puede alcanzar concentraciones hasta de 3000 mg/kg (Mandal y Suzuki, 2002; National Research Council, 1977). Los compuestos de arsénico también se utilizan como pesticidas y en la producción de pigmentos, de los cuales los inorgánicos se usan para preservar madera y los orgánicos como plaguicidas, principalmente en cosechas de algodón y huertos frutales (Lenn-tech, 2008).

Se ha detectado la presencia de arsénico en agua a nivel mundial, y en algunos casos supera los límites máximos permisibles, ya sea del propio país o los sugeridos por la Organización Mundial de la Salud. Algunos de ellos son Estados Unidos, China, Chile, Bangladesh, Taiwán, México, Argentina, Vietnam, Mongolia, Pakistán, Polonia, Hungría, Nueva Zelanda, Japón e India (Mohan y Pittman, 2002; Onyango, et ál., 2003; Biterna et ál., 2007).

En México se ha encontrado arsénico en cuerpos de agua subterránea que es utilizada para el abastecimiento y consumo de la población en regiones de la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango), Zimapán (Hidalgo), Acámbaro (Guanajuato), Durango (Durango), Zacatecas (Zacatecas), Delicias, Meoqui, Camargo, Jiménez (Chihuahua), Huautla y Cuautla (Morelos), los Azufres (Michoacan), Puebla (Puebla), Hermosillo (Sonora), San Antonio (Baja California Sur) (Vega, 2000; Rivera y Piña, 2002; Méndez y Armienta, 2003; Avilés et ál., 2003).

La fuente natural de arsénico la constituyen las rocas de origen volcánico cuyo proceso de erosión libera este elemento; también se encuentra en rocas marítimas sedimentarias, yacimientos hidrotermales y combustibles fósiles, incluyendo carbón y petróleo. La liberación y movilización de arsénico en diversas formas a partir de estas fuentes provoca su presencia en el suelo, aire y agua. Las fuentes más comunes de arsénico encontradas en el suelo son minerales como la arsenopirita (FeAsS) y el oropimente (As_2S_3), los cuales son el punto de partida para la introducción de arsénico a los cuerpos de agua.

La presencia de arsénico en el agua depende de las características geológicas, hidrogeológicas y procesos geoquímicos naturales como la oxidación del arsénico, desorción de óxidos de hierro, aluminio y óxidos de manganeso, entre otros. Las actividades antropogénicas han alterado el ciclo global del arsénico en el medio ambiente, ya que se ha usado en un gran número de compuestos en la agricultura como agentes contra parásitos y hierbas no deseadas. También ha tenido impacto en el ciclo del arsénico la presencia de subproductos de la minería y la

fundición de metales no ferrosos, el procesamiento y quema de combustibles fósiles, conservadores para madera, así como por la disposición final e incineración de residuos municipales e industriales, entre otros. Esto ha provocado que el arsénico se deposite gradualmente en el suelo y que por procesos de lixiviación se contaminen las aguas subterráneas (Wang y Mulligan, 2006).

QUÍMICA Y TOXICIDAD DEL ARSÉNICO

El arsénico forma compuestos orgánicos e inorgánicos con estados de oxidación trivalente y pentavalente. Sin embargo, la forma inorgánica es la más común en el ambiente y también la más tóxica. Las especies químicas de arsénico dependen del pH, la cantidad de oxígeno disponible y otros factores ambientales. En condiciones reductoras (con poco oxígeno) el compuesto más abundante es el arsénico en estado de oxidación (III), del cual existen diferentes especies en función del pH, por ejemplo en el intervalo de 0 a 7, es decir condiciones ácidas, la especie predominante es el H_3AsO_3 , la cual es neutra; y a pH más alto se encuentran las especies iónicas (figura 1a). Sin embargo, en condiciones oxidantes se favorece la formación de compuestos de arsénico con estado de oxidación V y, a diferencia del arsénico (III), se observan especies iónicas a cualquier valor de pH (figura 1b).

Es importante señalar que el arsenito es más tóxico que el arsenato (Wang y Mulligan, 2006) y también es el más difícil de remover del agua. Tomando como referencia la figura 1a se puede deducir que la remoción de arsenito se dificulta debido a que no forma especies iónicas a pH menor a 8, y el pH del agua para consumo humano es neutro, es decir, tiene un valor de 7 (línea punteada), por lo tanto, cualquier proceso de remoción basado en el mecanismo de adsorción difícilmente funcionará para remover arsenito. Por esta razón en aguas contaminadas con arsénico (III) es necesaria una etapa previa para oxidar el arsénico (III) a arsénico (V) y con ello mejorar la eficiencia de remoción (Rivera y Piña, 2002; Álvarez y Uribe, 2006). Por otra parte, el arsénico (V) forma especies iónicas a cualquier va-

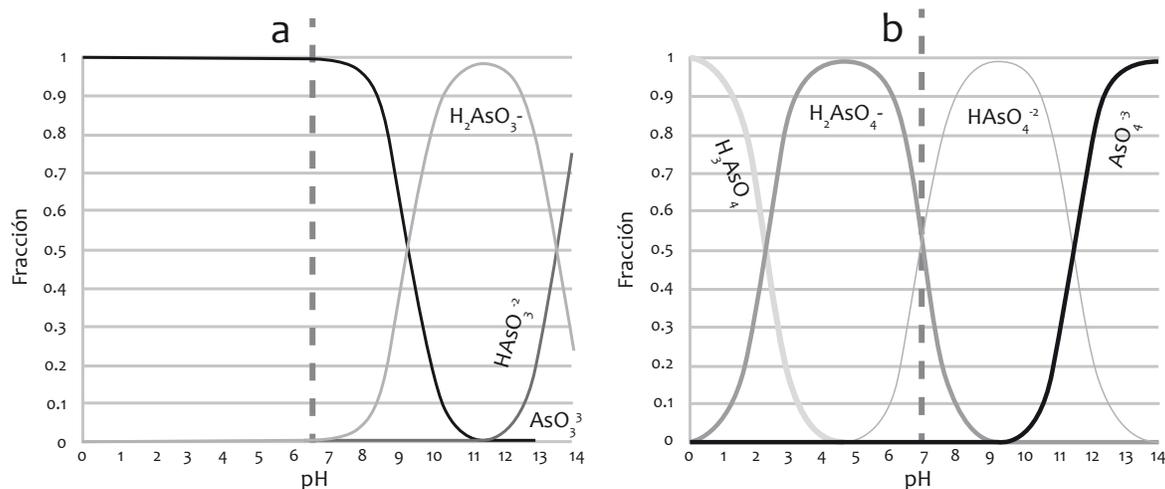


Figura 1: Especies de arsénico en función del pH (a) arsenito (As III) b) arsenato (As V). Modificada a partir de constantes de disociación tomadas de Harris y Navarro (2001) para (a) y de Skoog y West (2002) para (b).

lor de pH, tales como arsenato básico $H_2AsO_4^-$; arsenato dibásico $HAsO_4^{2-}$ y el arsenato tribásico AsO_4^{3-} , los cuales al tener carga negativa se adsorben con mayor facilidad y con ello su remoción.

Los problemas a la salud generados por el consumo de agua contaminada con arsénico han sido estudiados desde hace varios años, cuando epidemiólogos encontraron y asociaron los daños a la piel con la presencia del arsénico en el agua. En 1917 Goyenechea describió en la Revista Médica de Rosario en Argentina las manifestaciones cutáneas sobre una nueva enfermedad descubierta en Bell-Ville (Argentina). Posteriormente Ayerza lo definió como arsenicismo crónico regional endémico, desde entonces se ha denominado como intoxicación crónica arsenical, arsenicismo crónico, enfermedad de Bell-Ville, enfermedad de Ayerza o arsenicismo crónico regional endémico (Sánchez y Rodríguez, 2000; Fernández-Turiel, et ál., 2005). Los efectos en la salud asociados a la exposición a arsénico son ampliamente conocidos, tal es el caso de cáncer de piel, pulmón, vejiga, riñón e hígado (IARC, 2004; De Esparza, 2004; Gomez-Camirero, et ál., 2001). Otras manifestaciones clínicas de la arsenicosis incluyen el desarrollo de otras patologías en piel, como despigmentación e hiperqueratosis palmar y plantar,

dermatitis, gastroenteritis, bronquitis, polineuritis periférica, diabetes mellitus, retardo mental, enfermedades vasculares periféricas, isquemia de miocardio, hipertensión y toxicidad en sistema reproductivo y sistema nervioso (Abernathy et ál., 1999; Chappell et ál., 1999; Pradosh y Anupama, 2002). El reconocimiento de la relación entre la exposición a arsénico y el desarrollo de diversas patologías ha obligado a buscar, por un lado los mecanismos celulares y moleculares implicados en la actividad biológica del arsénico en el organismo, y por otro las metodologías para llevar a cabo su remoción disminuyendo así su biodisponibilidad en el ambiente.

LAS ZEOLITAS COMO AGENTES ADSORBENTES PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO

Tal como mencionamos en párrafos anteriores, la adsorción es un proceso empleado en la remoción de diversos contaminantes iónicos debido a su alta eficiencia, fácil operación y bajo costo. Entre los materiales empleados en la remoción de arsénico se encuentra la alúmina y diferentes óxidos mixtos tales como alúmina-titania, alúmina zirconia, alúmino-silicatos y particularmente zeolitas modificadas con diferentes óxidos como los de hierro.

Las zeolitas son materiales cristalinos que contienen cationes alcalinos o alcalinotérreos tales como el sodio, potasio, magnesio y calcio. Estos materiales contienen poros y forman cavidades de dimensiones que van desde 3 Å hasta 15 Å, cuyo origen puede ser natural o sintético (Cundy y Cox, 2003), de las cuales tanto la síntesis, caracterización y modificaciones estructurales han sido estudiadas previamente (Donk et ál., 2003; Soler-Illia et ál., 2002; Tao et ál., 2006).

Una alternativa para la obtención de zeolitas es el uso de cenizas de combustión provenientes de centrales carboeléctricas (Derkowski et ál., 2006; Fernández-Jimenez et ál., 2006; Stewart y Kalyoncu, 1999). Las cenizas de combustión son la materia inorgánica residual, que no es combustible, finamente dividida de forma esférica y que está constituida principalmente por dióxido de silicio (SiO_2), trióxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de hierro (Fe_2O_3), lo cual la hace una fuente atractiva de aluminio y silicio para la síntesis de materiales de tipo silicato. A pesar de que estas cenizas de combustión pueden ser utilizadas en la producción de materiales, existen pocos estudios en la literatura sobre la síntesis de zeolitas a partir de estos residuos para su aplicación como adsorbentes en la remoción de metales tóxicos de aguas contaminadas (Mishra y Tiwari, 2006; Qiu y Zheng, 2007).

Las zeolitas sintéticas son útiles para remover arsénico de agua en soluciones modelo, así como de agua contaminada en condiciones reales (Mohan y Pittman, 2002). Es importante señalar que en la mayoría de los estudios las zeolitas son naturales o de origen comercial (Elizalde-González et ál., 2001; Shevade y Ford, 2004; Onyango et ál., 2003; Payne y Tarek, 2005).

Recientemente se describió un estudio con siderita en pruebas en columna y en reactores de tipo Batch a temperatura ambiente durante un máximo de 8 días con 0.1 g de zeolita por cada 50 mL de agua con arsénico de 1000 $\mu\text{g/L}$ incluyendo ambas especies de arsénico (arsenato y arsenito), la concentración de arsénico decreció exponen-

cialmente con el tiempo, logrando el pseudoequilibrio a los 3 días; es decir se mantuvo constante a partir de ese día y encontraron que existe mayor eficiencia en la remoción de arsenito As (III), por lo cual no es necesaria una preoxidación. Finalmente hubo una remoción de 80% para arsenato y 90% de arsenito en el reactor Batch y para las columnas la capacidad de remoción fue mayor ya que cumplió con estándares internacionales que permiten sólo 10 $\mu\text{g/L}$ (Guo et ál., 2007a; Guo et ál., 2007b).

En México el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua realizó la evaluación de una zeolita natural mexicana (clinoptilolita) extraída de Etna, Oaxaca, la cual fue seleccionada mediante un tamizado para obtener una muestra cuyos granos estuvieran dentro de un determinado intervalo, posteriormente, la zeolita fue acondicionada con tres sales de hierro [nitrato férrico $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, cloruro férrico $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y sulfato ferroso $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$] para lograr una película de óxidos de hierro sobre la zeolita natural. Se obtuvieron seis diferentes muestras de zeolita debido a que el acondicionamiento lo realizaron de dos formas y la regeneración del medio adsorbente lo llevaron a cabo con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.2 N dado que el ion sodio (Na^+) no se adsorbe sobre óxidos de hierro. El contacto con la zeolita lo llevaron a cabo a través de una torre de adsorción y una solución de arsénico con una concentración de 500 $\mu\text{g/L}$ durante 72 horas de operación.

Los mejores resultados los obtuvieron con las zeolitas acondicionadas mediante evaporación de soluciones de hierro en presencia del medio granular, en especial usando sales de hierro III ya que es un método capaz de fijar una capa de óxidos de hierro que modifica las características superficiales de la zeolita al transformar la carga eléctrica superficial a valores positivos, lo cual favorece la adsorción de especies de arsénico (negativas) mediante interacciones electrostáticas, con lo que se logra una remoción de hasta 100% (Rivera y Piña, 2002).

CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO EN ZIMAPÁN

Ubicación del área de estudio

El área de estudio se ubica en la cabecera municipal de Zimapán, en el municipio que lleva el mismo nombre, entre las coordenadas geográficas $20^{\circ} 43' - 20^{\circ} 45'$ latitud norte y $99^{\circ} 24' - 99^{\circ} 21'$ longitud oeste, a 1 780 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra situado sobre la carretera México-Laredo, a 200 km al norte de la Ciudad de México, en el oeste del estado de Hidalgo (sitio del Ayuntamiento de Zimapán, 2011).

Los estudios realizados con anterioridad sobre presencia de arsénico en aguas de Zimapán se han enfocado a pozos que se encuentran cerca de la cabecera municipal; por lo tanto, las pruebas se realizaron con agua proveniente de regiones cercanas al valle de Zimapán. La ubicación del estado de Hidalgo, así como el municipio de Zimapán se muestran en la figura 2.

Aspecto social y económico

Al año 2000 el municipio de Zimapán tenía una población total de 38 516 personas. Nuestra área de estudio únicamente abarca una población de 11 818 personas, lo que representa 31% de la población de ese municipio y es la principal afectada por problemas de contaminación por arsénico (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2010). Resultados de estudios previos muestran que el municipio de Zimapán presenta problemas de contaminación de suelo y agua por arsénico tanto de fuentes naturales como antropogénicas. En el caso de fuentes naturales, la arsenopirita es el principal contribuyente; y por la actividad humana una de las fuentes principales es la lixiviación de los jales mineros (Ongley et ál., 2007; Rodríguez et ál., 2004).

El distrito minero de Zimapán se caracteriza por la presencia de cuerpos mineralizados ricos en sulfuros incrustados en formaciones calcáreas fracturadas y distribuidas en un radio aproximado de 12 km



Figura 2. Mapa que muestra el estado de Hidalgo en el acercamiento y sombreado, el municipio de Zimapán, dentro del cual se ubica el área de estudio.

sobre el valle de Zimapán. Debido a esta característica se explotan principalmente los minerales de sulfuro de plomo conocido como *galena* (PbS), sulfato de cobre o covelina (CuS) y sulfato de zinc o esfalerita (ZnS), es este último, es el más explotado (figura 3). Por lo anterior la minería es la principal actividad económica, la cual inició en el año de 1579 (Romero, 2002; Pérez-Moreno et ál., 2006; Chang y College, 2002).

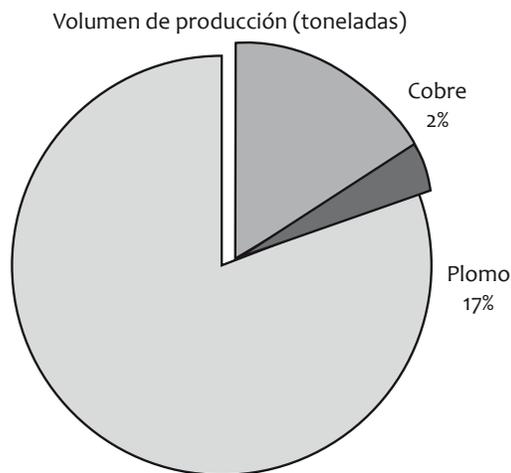


Figura 3. Principales minerales explotados en Zimapán (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2003)

La minería ha sido la principal fuente de ingresos del municipio de Zimapán. Actualmente las minas de Zimapán son explotadas por 9 empresas, de las cuales las más importantes son: Compañía de Fresnillo S. A. de C. V., Compañía Minera de Zimapán S. A. de C. V., Minera de San Miguel S. A., Compañía Minera el Carrizal S. de R. L. de C. V., Minerales Industriales S. A. de C. V. (cerrada temporalmente), Industria Zimapán, y Minerales Aislantes S. A. (Sitio del Ayuntamiento de Zimapán, 2011). La concentración de arsénico en el suelo de Zimapán oscila entre los 4 a 14 700 mg de As/kg de suelo y está relacionada con la distancia a los jales mineros, de tal forma que disminuye a mayor distancia de las minas o los jales (Ongley et ál., 2007). Este trabajo pone de manifiesto la importancia de la actividad minera como fuente de contaminación de suelo y agua con arsénico en Zimapán.

Es evidente que la actividad minera y las características del suelo han ocasionado contaminación por arsénico de los principales acuíferos de las zonas, lo que ha generado graves problemas de salud a las comunidades del valle de Zimapán. En este contexto la NOM-127-SSA1-1994 establece 25 µg/L de arsénico como límite máximo permisible en agua para consumo humano. Por lo tanto, resulta corolario pensar que deben aplicarse medidas para disminuir la exposición ambiental a arsénico. Sin embargo, no existen políticas que promuevan la aplicación de procesos tecnológicos viables y adecuados para la remoción de este contaminante en cada región. Es importante enfatizar el aspecto de la viabilidad *in situ*, ya que el desarrollo tecnológico ha avanzado en forma impresionante. Las nuevas tecnologías son capaces de remover el arsénico hasta en 99%, pero sus costos son muy elevados, por lo tanto, es necesario contar con tecnologías de bajo costo que permitan mejorar la calidad del agua de consumo humano y con ello elevar la calidad de vida de las personas de escasos recursos que habitan en zonas con problemas de hidroarsenicismo como Zimapán.

Presencia, distribución y movilización del arsénico

Los minerales presentes en la región de Zimapán contienen frecuentemente una cantidad importante de arsénico, en algunos casos hasta 16% en peso. Los que predominan en esta región son la arsenopirita ($\text{FeS}_2 \cdot \text{FeAs}_2$), el rejalgár (AsS) y oropimente (As_2S_3) que exhiben alta solubilidad en agua (Ongley et ál., 2001; Pérez-Moreno et ál., 2006).

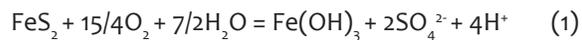
Los estudios realizados por Martín Romero (2002) indican que el origen de la contaminación de aguas subterráneas por arsénico en el valle de Zimapán se debe a tres procesos diferentes:

1. Naturaleza geológica en el área, que ha favorecido los procesos de oxidación de cuerpos mineralizados ricos en sulfuros.
2. La actividad minera durante más de 400 años produjo una gran cantidad (no cuantificada) de

- desechos mineros como jales, terreros y escorias de fundición que han estado a la intemperie, favoreciendo los procesos de oxidación de los sulfuros presentes en los desechos.
- Una gran cantidad (no cuantificada) de obras mineras de exploración y explotación que han facilitado y acelerado el contacto de los sulfuros de cuerpos mineralizados con aguas meteóricas y oxígeno para favorecer los procesos de oxidación de dichos sulfuros.

Los procesos de oxidación de los sulfuros (pirita y arsenopirita) ocurren a condiciones normales de presión y temperatura ambiente mediante las reacciones (1) y (2):

Pirita:



Arsenopirita:



La acidez generada por las reacciones anteriores es controlada por las rocas carbonatadas presentes, sin embargo, se liberan al ambiente los metales y sulfatos, provocando la presencia de altas concentraciones de arsénico y sulfatos en las aguas subterráneas del valle de Zimapán, que son la única

fuentes de abastecimiento de agua potable para la población (Romero, 2002).

En un estudio realizado en 1992 en varias zonas del municipio de Zimapán, Hidalgo, se encontraron concentraciones elevadas de arsénico en diferentes pozos. En la zona correspondiente a la cabecera municipal las concentraciones de arsénico en el agua oscilaban entre 0.32 y 0.72 mg/L, en tanto que en la zona de La Ortiga-El Mezquite-La Majada las concentraciones registradas fueron de 0.064 a 0.14 mg/L (Vega, 2000).

En 2005 Prieto y colaboradores realizaron un estudio de caracterización del agua de diferentes pozos de agua que abastecen a la población de Zimapán así como del distribuidor general que está alimentado por los pozos II, III y V. A fin de tomar en consideración las variaciones climatológicas y estacionales, el estudio se realizó a través de muestreos mensuales sistemáticos y representativos, durante un año. La concentración de arsénico se determinó en un equipo de absorción atómica por generación de hidruros, cuyos resultados se resumen en la tabla 1. Los datos incluyen la concentración promedio de arsénico y el coeficiente de variación de cada pozo, con lo cual se calculó la desviación estándar y el número de veces que sobrepasa la NOM-127-SSA1-1994 (Prieto et ál., 2005b).

Tabla 1. Concentraciones promedio de arsénico en diferentes pozos de Zimapán

	Concentración promedio de arsénico µg/L	Veces que sobrepasa la NOM 127 SSA	Coefficientes de variación ¹	Desviación estándar (%) ²
Pozo II	70	2.8	5.07	3.55
Pozo III	40	1.6	4.79	1.92
Pozo IV	240	9.6	3.61	8.66
Pozo V	480	19.2	2.24	10.75
Pozo VI	80	3.2	4.34	3.47
Distribuidor general	300	12	2.89	8.67

1 El coeficiente de variación permite comparar la dispersión entre dos poblaciones distintas e incluso, comparar la variación producto de dos variables diferentes (que pueden provenir de una misma población).

2 El porcentaje de desviación estándar se obtuvo de multiplicar el coeficiente de variación por la concentración promedio y dividir el producto entre 100.

El 95% de los habitantes de la cabecera municipal, zona conurbada y alrededores, utilizan el agua de estos pozos para sus necesidades básicas. En 1998 la Gerencia Estatal en Hidalgo de la Comisión Nacional del Agua, después de varios estudios, decidió cerrar el pozo IV por presentar niveles de hasta 1.5 mg/L de As (1500 ppb), lo cual disminuyó el volumen de agua suministrado hacia la población de Zimapán hasta en 50 por ciento.

El distribuidor general es alimentado por los pozos II, III y V cuyas dimensiones son: 18 m de largo, 8 m de ancho y 3.75 m de profundidad, almacenando un volumen total de 400 000 litros ya que es llenado a 80% de su capacidad. Es importante mencionar que este porcentaje está conformado en $\frac{1}{4}$ parte por la alimentación de los pozos II, III y V y el resto por agua del pozo manantial, que es el que presenta la menor concentración de arsénico.

Estos resultados muestran que la población de Zimapán está expuesta de manera crónica a elevadas concentraciones de arsénico.

Estudios de toxicidad en Zimapán

Tal como se ha expuesto en párrafos anteriores, diversos estudios han mostrado la presencia de elevadas concentraciones de arsénico en agua empleada para el consumo humano en el municipio de Zimapán. Aunado a ello, la elevada prevalencia de enfermedades asociadas a arsenicismo ha motivado el desarrollo de estudios de evaluación de riesgo y estudios ecotoxicológicos.

Estudios ecotoxicológicos

Prieto y sus colaboradores (2005b) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo estudiaron la acumulación de arsénico proveniente de aguas y suelos de Zimapán en tejidos vegetales. En el estudio se analizaron muestras de diversas especies vegetales incluyendo hortalizas, frutales, especias y plantas medicinales. Se encontró que los vegetales con mayor capacidad de acumulación de arsénico son: de las hortalizas, el chayote, el chile y el toma-

te verde; de las frutas, el chilacayote, la naranja, la guayaba y el aguacate; entre las especias el epazote y el perejil; y entre las plantas medicinales el toronjil. Asimismo, también encontraron que las hojas son las que acumulan la mayor concentración de arsénico en la planta.

En otro estudio, Prieto et ál., (2005a) analizaron el efecto genotóxico del arsénico en la *Vicia faba* conocida comúnmente como *haba*. Para el estudio se utilizaron las raíces y se analizaron aberraciones cromosómicas, a través ensayos de micronúcleos, en donde se expusieron las raíces al agua de Zimapán con una concentración de 0.480 mg/l (480 μ g/l) de arsénico para los lotes experimentales, y para los lotes testigos se utilizó agua de Pachuca (As, < 0.008 mg/l). Los resultados mostraron una reducción de 9,6 veces en la división celular de las muestras tratadas con agua que contiene altas concentraciones de arsénico comparado con las muestras del grupo control.

Estudios toxicológicos

En el Instituto de Geofísica de la UNAM, Armienta y colaboradores (1997) realizaron un estudio con muestras de cabello de 120 habitantes de Zimapán que consumen agua con arsénico a diferentes concentraciones, treinta de ellos que tomaban agua directamente del pozo más contaminado (1.09 mg/L). Adicionalmente, el estudio incluyó una encuesta con preguntas vinculadas al nivel y tiempo de exposición de arsénico y síntomas posiblemente relacionados con ello. El cuestionario estaba conformado por preguntas que solicitaban información sobre datos generales, información sobre antecedentes familiares de cáncer, problemas de hígado y enfermedades respiratorias, tiempo de residencia continua en Zimapán, y el patrón de consumo de agua.

En este estudio se prestó atención especial a las rutas de exposición y descartaron a las personas con exposición ocupacional al arsénico; por ejemplo de personas que trabajaban en minas. También se realizó una revisión visual de las manos, pies, y en general de la piel buscando hiperpigmentación, hi-

popigmentación, hiperqueratosis, enfermedad del pie negro, etc. De las 120 personas incluidas en el estudio, 97 tenían algún tipo de afectación a la piel, el promedio de contenido de arsénico en las muestras de cabello de este grupo era de 9.22 ± 3.13 mg/Kg, los valores de contenido de arsénico considerados como normales en el cabello oscilan entre 0.3 y 1.75 mg/Kg (Galvao y Corey, 1987).

Incidencias de arsenicismo en Zimapán

En 1990, en Zimapán, Hidalgo, se determinó una zona en la cabecera municipal, donde las concentraciones de arsénico en agua alcanzaban valores hasta de 1.35 mg/L. Más adelante, en 1993, la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud realizó un estudio para evaluar en la población menor de 18 años los riesgos a la salud atribuibles al arsénico. Encontraron una frecuencia de hiperqueratosis, úlceras y manchas en la piel de 14%, en menor proporción, síntomas y signos de falta de circulación en miembros distales en 7%. Sin embargo, en 1996 ingresó al Instituto Nacional de Cardiología un grupo de niñas de Zimapán con graves lesiones vasculares relacionadas con intoxicación crónica por arsénico (Vega, 2000). Estudios recientes realizados en la misma región geográfica han reportado un incremento en la prevalencia de diabetes en la población expuesta a arsénico a través del agua para consumo humano (Del Razo et ál., 2011).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de remoción de arsénico en el agua de diversos pozos del municipio de Zimapán, Hidalgo, utilizando zeolitas sintéticas como materiales de adsorción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los materiales se llevó a cabo con agua proveniente de los pozos seleccionados de Zimapán. Se evaluaron tres materiales: una alúmina que se utilizó como referencia con un área específica de 307 m²/g (Compañía SASOL, Barrera, et

ál., 2009), una alúmina modificada con silicio (2% de Si, con un área específica de 374 m²/g), de la cual la síntesis y caracterización ha sido descrita previamente, (Díaz et ál., 2004), y una zeolita con un área específica de 190 m²/g, preparada de cenizas de la combustión de carbón (Esteban López Salinas, IMP, resultados sin publicar). Para la identificación de los materiales se utilizó la siguiente nomenclatura: alúmina (A), alúmina-sílice (AS), y zeolita (Z). Antes de la evaluación los tres materiales fueron calcinados a 500 °C durante 4 horas. Las determinaciones se realizaron con un espectrofotómetro de absorción atómica de la marca Perkin Elmer, modelo AAnalyst 100, acoplado a celda de muestreo de generación de hidruros, con lámparas de arsénico de cátodo hueco y equipado con entradas para aire (oxidante) y gas acetileno (combustible).

Selección de pozos de la región de Zimapán

Los pozos fueron seleccionados en función de la concentración de arsénico tomando el de mayor contenido de arsénico y el agua de la salida del distribuidor general (SDG) por ser la que distribuye a la red domiciliaria. El contenido de arsénico se determinó en un equipo de espectrofotometría de absorción atómica en el laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD). Se realizaron dos muestreos en diferentes fechas para comparar la variación de la concentración de arsénico en los lugares seleccionados.

Procedimiento de muestreo

El procedimiento para la toma de muestras y análisis químicos se llevó a cabo con base en las normas NOM-014-SSA1-1993 y NOM-230-SSA1-2002, respectivamente. Para la recolección de las muestras se utilizaron frascos de polietileno de alta densidad de 500 mL y 1 L de boca ancha color ámbar con tapón de rosca de polipropileno. Se realizaron dos muestreos en diferentes fechas para comparar la variación de la concentración de arsénico en los lugares seleccionados (tabla 2).

Tabla 2: Concentración de arsénico en el agua de los pozos seleccionados

Pozo	Concentración de arsénico 05/03/2009 (µg/L)	Concentración de arsénico 27/03/2009 (µg/L)
Pozo I	56	42
Pozo II	53	46
Manantial	11	11
Xindho	85	92
Pozo V	592	476
Distribuidor General	70	65

Procedimiento de cuantificación

La cuantificación del contenido de arsénico se determinó en el laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental del CIEMAD en el equipo de espectrofotometría de absorción atómica.

Evaluación de los materiales en la adsorción de arsénico

Para la evaluación de los materiales se utilizaron ocho matraces Erlenmeyer de 250 mL con tapa, donde se colocaron 0.4 g del material correspondiente y se adicionaron 200 mL de agua proveniente de los pozos de Zimapán. Posteriormente, las muestras se agitaron a 240 rpm (revoluciones por minuto) a temperatura ambiente. Para la cuantificación del arsénico se tomaron muestras a 0.5, 1, 2, 3, 6, 12, 24 y 48 horas de cada uno de los ocho matraces, los cuales se etiquetaron como: t0, t0.5, t1, t2, t3, t6, t12, t24, t48, y t48B, donde el número corresponde al tiempo que se tomó la muestra, siendo t0A la concentración inicial de la solución y t48B la concentración final de la muestra que se utilizó como referencia. El contenido de cada matraz se filtró para separar el material de la fase acuosa y se obtuvo la concentración del filtrado por absorción atómica (por triplicado), la concentración corresponde al promedio de tres determinaciones y se expresa en µg/L.

RESULTADOS

Los tres materiales (A, AS y Z) se evaluaron utilizando agua contaminada con arsénico, proveniente de los pozos seleccionados de la región de Zimapán. A estos materiales se les evaluó su capacidad de remoción de arsénico con agua proveniente del pozo V (concentración de As de 476 µg/L), así como con agua proveniente del distribuidor general (concentración de As de 65 µg/L), ya que es el que suministra agua a la comunidad de Zimapán. Las muestras utilizadas fueron las que se obtuvieron en el segundo muestreo.

Evaluación de la zeolita (Z) en la remoción de arsénico

La evaluación de la capacidad de remoción de arsénico de esta zeolita se llevó a cabo, primero con agua del distribuidor general y la concentración se determinó con el espectrofotómetro de absorción atómica. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para la muestra del distribuidor general con una concentración inicial de 69.15 µg/L.

Tabla 3. Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As (µg/L)	% de remoción
Z2t0A	0	64.78	
Z2t1	1	12.96	79.99
Z2t2	2	11.52	82.21
Z2t3	3	19.63	69.69
Z2t6	6	17.96	72.27
Z2t17	17	11.96	81.53
Z2t24	24	19.07	70.56
Z2t48	48	18.41	71.58
Z2t48B	48	70	

Los resultados indican que a las 2 horas la remoción es de 82% de arsénico con respecto a la concentración inicial, con una concentración de arsénico de 11.52 µg/L. Debemos resaltar que estos valores son

menores a los que se establecen como límites máximos permisibles en la norma NOM 127 SSA-1 1994. Este material también se evaluó con agua proveniente del pozo V cuya concentración de arsénico es la más alta. Los resultados obtenidos de la evaluación anterior se resumen en la tabla 4, en la que se observa una disminución de la concentración de arsénico hasta de 61% después de dos horas. Sin embargo, estos valores son más altos que los establecidos en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla 4. Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
Z2toA	0	476.14	
Z2t1	1	221.92	53.37
Z2t2	2	186.53	60.81
Z2t3	3	235.62	50.51
Z2t5	5	227.63	52.19
Z2t18	18	200.23	57.94
Z2t24	24	223.06	53.15
Z2t48	48	227.63	52.19
Z2t48B	48	476.20	

Evaluación de la alúmina sílice (AS) en la remoción de arsénico

Los resultados de la remoción de arsénico empleando AS en el agua del distribuidor general se muestran en la tabla 5. El porcentaje de remoción de arsénico está por arriba de 99% de la concentración inicial.

Tabla 5. Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
AStoA	0	64.78	
ASt1	1	4.24	93.45
ASt2	2	4.24	93.45
ASt3	3	0.77	99.99

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
ASt6	6	0.85	99.68
ASt17	17	1.85	97.14
ASt24	24	3.32	94.87
ASt48	48	1.56	97.59
ASt48B	48	64.78	

Posteriormente este material también evaluó con agua proveniente del pozo V, bajo las condiciones anteriores. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
AStoA	0	476.14	
ASt1	1	240.91	49.40
ASt2	2	193.18	59.42
ASt3	3	154.55	67.54
ASt6	6	197.73	58.47
ASt17	17	177.27	62.76
ASt24	24	172.73	63.72
ASt48	48	206.82	56.56
ASt48B	48	476.00	

En esta evaluación la remoción de arsénico fue de hasta 67.5% (concentración de arsénico de 154.5 $\mu\text{g/L}$) después de 3 horas. Este valor se encuentra aún por encima de lo establecido en la normatividad mexicana.

Evaluación de la alúmina (A) en la remoción de arsénico

Para el caso de la alúmina también se evaluó con agua proveniente del distribuidor general y del pozo V, utilizando las mismas condiciones. Los resultados de evaluación de la alúmina obtenidos con agua del distribuidor general se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
At0A	0	64.78	
At1.16	1	4.57	92.94
At1.5	1.5	1.06	98.36
At3	3	0.56	99.13
At6	6	5.37	91.72
At17	17	0.51	99.21
At24	24	0.33	99.49
At48	48	0.49	99.24
At48B	48	64.78	

El material presenta una actividad alta en la remoción de arsénico desde la primera hora, la evaluación a las 48 horas mostró que la remoción con este material fue de 99,5 por ciento. Se observa que los valores obtenidos se encuentran por debajo del límite máximo que establece la norma. Los resultados obtenidos de la evaluación con agua del pozo V se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Concentración de arsénico con respecto al tiempo

Muestra	Tiempo (h)	Concentración promedio de As ($\mu\text{g/L}$)	% de remoción
At0A	0	476.14	
At1	1	270.45	43.19
At2	2	172.73	63.72
At3	3	181.82	61.81
At6	6	161.36	66.11
At17	17	168.18	64.67
At24	24	179.55	62.29
At48	48	138.64	70.88
At48B	48	476.14	

La capacidad de remoción de arsénico alcanzó un máximo de 71% (concentración de arsénico de $138.64 \mu\text{g/L}$) a las 48 horas. Sin embargo, aun cuando esta actividad es considerable, esta concentración de arsénico supera en casi 6 veces el valor establecido por la normatividad mexicana.

DISCUSIÓN

La actividad de remoción de arsénico de los diferentes materiales con agua del distribuidor general, que es la que surte a gran parte de la cabecera municipal de Zimapán, se presenta en la figura 4. Los resultados muestran que los tres materiales exhiben actividad a la remoción de arsénico y el agua que se obtiene después de la evaluación presenta una concentración de arsénico menor a $25 \mu\text{g/L}$, que es el límite máximo permitido por la norma 127-SSA1-1994. De los tres materiales evaluados la zeolita presentó la menor actividad, sin embargo, considerando que los valores de arsénico en el agua resultante son menores a lo establecido como máximo permisible en la legislación mexicana, este hecho es significativo ya que además este material proviene de residuos de la combustión de carbón. Por lo tanto, estos resultados preliminares son promisorios para la posible aplicación de este tipo de sustancias en la mitigación de la contaminación de agua por arsénico.

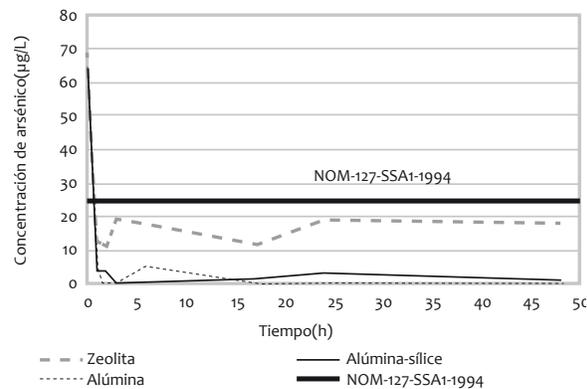


Figura 4. Capacidad de remoción de arsénico de los tres materiales evaluados con agua del distribuidor general.

En el caso del agua proveniente del pozo V no se logró obtener concentraciones menores a lo que establece la norma con ninguno de los materiales evaluados, como se muestra en la figura 5. Este hecho podría estar asociado a la presencia de otros contaminantes en el agua. En este contexto, es pertinente enfatizar que no se realizó un estudio de caracterización profunda que permitiera identificar cada uno de los componentes del agua utilizada en las evaluaciones, razón por la cual este estudio se considera como preliminar. Sin embargo, considerando las características geológicas de la zona y conociendo que los procesos de adsorción se ven afectados cuando existen iones en altas concentraciones, tales como fosfatos o sulfatos, es probable que la presencia de algunas de estas especies disminuya la adsorción efectiva del arsénico sobre los materiales que se evaluaron. La comparación de la zeolita con los otros materiales de referencia muestra una disminución de la concentración de arsénico. Un aspecto que es importante señalar es que el agua de este pozo se mezcla con la proveniente de las otras fuentes en el tanque del distribuidor general para disminuir el contenido de arsénico, de tal manera que cuando sale del distribuidor, la concentración de arsénico es aproximadamente de 70 $\mu\text{g/L}$. Este hecho es importante ya que, como se observó anteriormente, todos los materiales evaluados incluyendo la zeolita permiten disminuir el contenido de arsénico hasta valores por debajo de lo que establece la normatividad mexicana.

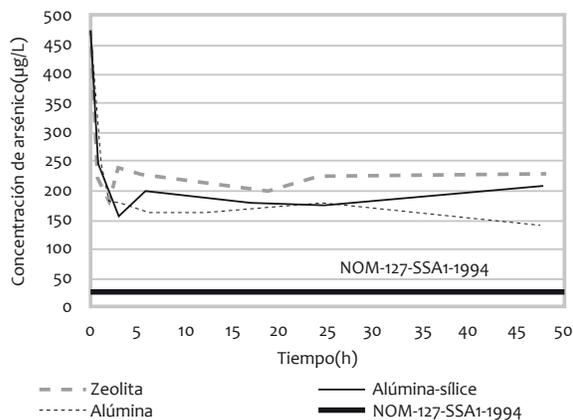


Figura 5. Capacidad de remoción de arsénico de los materiales en agua del pozo V.

CONCLUSIONES

La presencia de arsénico en Zimapán se debe en mayor medida a factores naturales debido a la presencia de minerales que contienen entre sus componentes a este elemento. Sin embargo, el problema ha sido exacerbado por la actividad minera de la zona, lo cual provoca que los compuestos de arsénico se solubilizan y contaminen los mantos freáticos de la región.

Del muestreo realizado en el municipio de Zimapán se identificó que el pozo V presenta un contenido de arsénico de 476 $\mu\text{g/L}$, lo que indica claramente que se rebasan los límites máximos permitidos que se establecen en la legislación mexicana. Por otra parte, el agua del distribuidor general del municipio presenta un contenido de arsénico de 64.78 $\mu\text{g/L}$, la cual también rebasa los límites máximos establecidos en la normatividad mexicana y es pertinente señalar que de acuerdo con estudios previos sobre caracterización de aguas de los pozos, la concentración de arsénico en la salida del distribuidor varía significativamente y en algunos casos se ha llegado a alcanzar una concentración de arsénico de hasta 600 $\mu\text{g/L}$.

Con los resultados obtenidos del muestreo se puede afirmar que existe un grave riesgo por presencia de arsénico en el agua que se suministra al municipio de Zimapán. Por lo tanto, la población de la región está expuesta de manera permanente a este contaminante, y el riesgo de padecimientos ocasionados por arsénico es inminente.

En relación a la evaluación de la actividad de los materiales en la remoción de arsénico, ésta fue en el siguiente orden: alúmina>alúmina modificada con silicio>zeolita. En el agua del distribuidor general, la concentración de arsénico después del tratamiento de remoción con los tres materiales fue menor a lo establecido por la legislación mexicana. Es importante resaltar que en la evaluación realizada con el agua del distribuidor, aunque la zeolita presentó los valores de remoción más bajos, la concentración de arsénico fue menor a la establecida como máxima permisible por la norma 127-SSA1-1994 en todos los tiempos evaluados.

Cuando los materiales se evaluaron en las muestras de agua con alta concentración de arsénico, ninguno fue capaz de disminuir la concentración de este contaminante a valores por debajo de lo establecido en la normatividad mexicana. Estos resultados demuestran que a las condiciones de evaluación la zeolita es capaz de remover el arsénico y funciona como un agente adsorbente eficaz cuando el contenido de arsénico es menor a 80 µg/L.

FUENTES CONSULTADAS

- Abernathy C. O.; Liu Y. P.; Longfellow D.; Aposhian H. V.; Beck B.; Fowler B.; et ál. (1999). "Arsenic: health effects, mechanisms of actions and research issues", *Environ Health Perspect*, 107: 593-597.
- Álvarez, M. y Uribe, A. (2006). "Presencia de arsénico en la Comarca Lagunera y su solución desde el punto de vista técnico", *Cinvestav*, octubre-diciembre, 24-29.
- Armienta, M. A.; Rodríguez, R. y Cruz, O. (1997). "Arsenic Content in Hair of People Exposed to Natural Arsenic Polluted Groundwater at Zimapán, Mexico", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 59, 583-589.
- Avilés, M.; Tirado, M. L.; Bedolla, L.; y Ramírez, A. (2003). "Remoción de arsénico a nivel domiciliario", en: *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*, libro digital, Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) y Centro (CIRA-UAEM).
- Barrera, M. C.; Escobar, J.; Toledo, J. A.; Cortes-Jácome, M. A.; Angeles-Chávez, C., Núñez, S. y otros, (2009). "Effect of Ethyleneglycol Addition on P-doped NiMo/Al₂O₃ Catalysts. Part I. Materials Preparation and Characterization. Applied Catalysis B", *Environmental*, 88, 564-575.
- Chappell, W. R.; Abernathy, C. O. y Calderon, R. L. (1999). *Arsenic Exposure and Health Effects. Proceedings of the 3rd International Conference on Arsenic Exposure and Health Effects*, San Diego, CA. 12-15 July 1998, Nueva York: Chapman & Hall, Amsterdam.
- Cundy, C. S., y Cox, P. (2003). "The Hydrothermal Synthesis of Zeolites: History and Development from the Earliest Days to Present Time", *Chemical Reviews* (103), 663-701.
- De Esparza, M. L. (2004). *Presencia de arsénico en el agua de bebida en A. L. y sus efectos en la salud pública*. Organización Panamericana de la Salud.
- Del Razo, L. M.; García-Vargas, G.; Valenzuela, O.; Hernández-Castellanos, E.; Sánchez-Peña, L. C.; Currier, J.; Drobná, Z.; Loomis, D. y Styblo, M. (2011). Exposure of Arsenic in Drinking Water is Associated with Increased Prevalence of Diabetes: a Cross-sectional Study in the Zimapán and Lagunera Regions in Mexico. *Environmental Health* 10(73). <http://www.ehjournal.net/content/10/1/73>
- Derkowski, A.; Franus, W.; Beran, E. y Czimerová, A. (2006). "Properties and Potential Applications of Zeolitic Materials Produced from Fly Ash Using Simple Method of Synthesis", *Powder Technology*, 166, 47-54.
- Díaz, L.; Herbert, J.; Cortez, M. T.; Zárate, R.; Santes, V. y Hernández, G. (2004). "Heavy Gas Oil Hydrotreating over NiMo Supported on Alumina and Alumina-silica", *Petroleum Science and Technology*, 22 (1-2), 141-155.
- Donk, D.; Janssen, A. H.; Bitter, J. H.; y Jong, K. P. (2003). "Generation, Characterization, and Impact of Mesopores in Zeolite Catalysts", *Catalysis Reviews*, 45 (2), 297-319.
- Duker, A. A.; Carranza, E. J. y Hale, M. (2005). "Arsenic Geochemistry and Health", *Environmental International* (31), 631-641.
- Elizalde-Gonzalez, M. P.; Mattusch, J.; Wennrichb, R. y Morgenstern, P. (2001). "Uptake of Arsenite and Arsenate by Clinoptilolite-rich Tuffs", *Microporous and Mesoporous Materials*, 46, 227-286.
- Fernández-Jimenez, A.; Palomo, A.; Sobrados, I. y Sanz, J. (2006). "The Role Played by the Reactive Alumina Content in the Alkaline Activation of Fly Ashes", *Microporous and Mesoporous Materials*, 91, 111-119.
- Fernández-Turiel, J. L.; Galindo, G.; Parada, M. A.; Gimeno, D. y Saavedra, J. (2005). Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 15

- de Enero de 2009, disponible en: http://www.produccionbovina.com/agua_bebida/09-arsenico_argentina_y_chile.pdf
- Gomez-Caminero, A.; Howe, P.; Hughes, M.; Kenyon, E.; Lewis, D. y Moore, M. (2001). *Arsenic and Arsenic Compounds*, World Health Organization, Génova.
- Guo, H. M.; Stüben, D. y Berner, Z. (2007a). "Removal of Arsenic from Aqueous Solution by Natural Siderite and Hematite", *Applied Geochemistry*, 22, 1039-1051.
- Guo, H.; Stüben, D. y Berner, Z. (2007b). "Adsorption of Arsenic(III) and Arsenic(V) from Groundwater Using Natural Siderite as the Adsorbent", *Journal of Colloid and Interface Science*, 315, 47-53.
- Harris y Navarro (2001). Análisis químico cuantitativo, Reverté, España.
- IARC (International Agency for Research on Cancer). (2004). "Some Drinking-water Disinfectants and Contaminants, Including Arsenic", *IARC Monogr Eval Carcinog Risk Hum*, 84: 1-477.
- INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Lenntech, (2008). "Lenntech arsénico y medio ambiente", recuperado el 18 de Enero de 2009, disponible en: <http://www.lenntech.com/espanol/ars%C3%A9nico-en-el-medioambiente.htm>
- Mandal, B. K. y Suzuki, K. T. (2002). "Arsenic Around the World: a review", *Talanta*, 58, 201-235.
- Méndez, M. y Armienta, M. A. (2003). "Arsenic Phase Distribution in Zimapán Mine Tailings", *Geofísica internacional*, 42, 131-140.
- Mishra, T. y Tiwari, S. K. (2006). "Studies on Sorption Properties of Zeolite Derived from Indian Fly Ash", *Journal of Hazardous Materials*, B137, 299-303.
- Mohan, D. y Pittman, C. U. (2002). "Arsenic Removal from Water/wastewater Using Adsorbents- A Critical Review", *Journal of Hazardous Materials*, 142, 1-53.
- Moreno, M. D. (2003). *Toxicología ambiental. Evaluación de riesgos para la salud humana*, McGraw-Hill Interamericana, España.
- National Research Council, (1977). *Arsenic*, National Academy of Sciences, Washington.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados". (s. f.).
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. (s.f.).
- Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. (s.f.).
- Ongley, L. K.; Armienta, M. A.; Heggeman, K.; Lathrop, A. S.; Mango, H., Miller, W. et al. (2001). "Arsenic Removal from Contaminated Water by the Soyatal Formation, Zimapán Mining District, Mexico: -a Potential low-cost low-tech remediation system". *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 1, 23-31.
- Ongley, L. K.; Sherman, L.; Armienta, A.; Concilio, A. y Ferguson, C. (2007). "Arsenic in the soils of Zimapán, Mexico". *Environmental Pollution*, 145, 793-799.
- Onyango, M. S., Matsuda, H., y Ogada, T. (2003). "Sorption Kinetics of Arsenic Onto Iron-conditioned Zeolite". *Journal of Chemical Engineering of Japan* (4), 477-485.
- Payne, K. B., y Tarek, A. F. (2005). *Adsorption of Arsenate and Arsenite by Iron-Treated Activated Carbon and Zeolites: Effects of pH, Temperature and Ionic Strength*. 40, 723-749.
- Pérez-Moreno, F.; Prieto-García, F.; Rojas-Hernández, A.; Marmolejo-Santillán, Y.; Salinas-Rodríguez, E. y Patiño-Cardona, F. (2006). "Estudio de eliminación de arsénico con resinas de intercambio iónico en agua potable de Zimapán, Estado de Hidalgo, México", *Revista de Metalurgia*, 42 (5), 391-395.
- Pradosh, R. y Anupama, S. (2002). "Metabolism and Toxicity of Arsenic: A Human Carcinogen", *Review article, Current Science*, 82 (1), 38-45.
- Prieto, F.; Callejas, J., Lechuga, M. A.; Gaytán, J. y Barrado, E. (2005a). "Daños tóxicos en tejidos vegetales, producidos por aguas contaminadas con arsénico en Zimapán, Hidalgo, México", *Bioagro*, 17 (3), 137-141.

- _____ (2005b). "Acumulación en tejidos vegetales de arsénico proveniente de aguas y suelos de Zimapán, Estado de Hidalgo, México", *Bioagro*, 17 (3) 129-135.
- Qiu, W. y Zheng, Y. (2007). "Arsenate Removal from Water by an Alumina-modified Zeolite Recovered from Fly Ash", *Journal of Hazardous Materials*, 48, 721-726.
- Rivera Huerta, M. L. y Piña Soberanis, M. (2002). "Tratamiento de agua para remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada", XIII Congreso Nacional de la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, Guanajuato, México.
- Rodríguez, R.; Ramos, J. A. y Armienta, A. (2004). "Groundwater Arsenic Variations: the Role of Local Geology and Rainfall", *Applied Geochemistry*, 19, 245-250.
- Romero, M. F. (2002). *Interacción de aguas contaminadas con arsénico con rocas calizas de Zimapán, Hidalgo*, tesis de maestría en Geología Ambiental, Instituto de Geofísica de la UNAM, 2-4, México.
- Sánchez, A. F. y Rodríguez, M. C. (2000). "Arsenicismo", *Revista Centro Dermatológico Pascua*, 9 (1), 25-32.
- Shevade, S. y Ford, R. G. (2004). "Use of Synthetic Zeolite for Arsenate Removal from Pollutant Water", *Water Research*, 38, 3197-3204.
- Sitio del Ayuntamiento de Zimapán, H. (2006). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, recuperado en febrero de 2008, de Programa E-Local. SEGOB: <http://www.zimapan.gob.mx>.
- Skoog, D. A. y West, D. M. (2002). *Introducción a la química analítica*, Reverté.
- Soler-Illia, G. J.; Sanchez, C.; Lebeau, B. y Patarin, J. (2002). Chemical Strategies To Design Textured Materials: from Microporous and Mesoporous Oxides to Nanonetworks and Hierarchical Structures, *Chemical Reviews*, 102 (11), 4093-4138.
- States J. C.; Barchowsky A.; Cartwright I. L.; Reichard J. F.; Futscher B. W. y Lantz R.C. (2011). "Arsenic Toxicology: Translating between Experimental Models and Human Pathology", *Environmental Health Perspective*, disponible en: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp>.
- Tao, Y.; Kanoh, H.; Abrams, L. y Kaneko, K. (2006). "Mesopore Modified Zeolites: Preparation, Characterization and Applications", *Chemical Reviews*, 106, 896-910.
- Vega Gleason, S. (2000). *Riesgo sanitario ambiental por la presencia de arsénico y fluoruros en los acuíferos de México*, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, Comisión Nacional del Agua, México.
- Wang, S. y Mulligan, C. N. (2006). "Occurrence of Arsenic Contamination in Canada: Sources, Behavior and Distribution", *Science of the total environment*, 366, 701-721.
- Whitten A. E., Jeffries C. M., Harris S.P., Trewhella J., (2008).
- Zhu, J.; Chen, Z.; Lallemand-Breitenbach V., de The H. (2002). "How acute promyelocytic leukaemia revived arsenic", *Nature Reviews Cancer*, 2: 705-713.



Propuesta de plan de manejo de los residuos sólidos generados en la Central de Abasto del DF

18

Claudia Rodríguez-Tapia
Rodrigo Abraham Castro Corona
Yolanda Santiago Benítez
María Eugenia Gutiérrez Castillo
Ricardo Estrada Nuñez¹
Cristina Ramos Cortez¹
Luis Raúl Tovar Gálvez

Agradecemos al Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal el apoyo financiero al proyecto realizado en la Ceda en 2009, del cual fue responsable Luis Raúl Tovar Gálvez.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México tiene una superficie de 1 479 km², en 2006 su población era de 8 720 916 habitantes y la generación estimada de residuos sólidos² (RS) entonces era de 10 500 ton/día. De esta cantidad, 40% era la fracción orgánica³ y la fracción inorgánica, incorrectamente así denominada desde el punto de vista químico, fue el otro 60%, constituido principalmente por metal, vidrio, papel y plástico, entre otros. En aquel año la ciudad generó aproximadamente 4 390 ton/día de la fracción orgánica, de ellos aproximadamente 450 ton/día se generaron en la Central de Abasto del DF (Ceda) y 302.2 ton/día en los 322 mercados públicos ubicados en el Distrito Federal. De los últimos, La Merced y Jamaica, generaron de fracción

orgánica 31.7 ton/día y 9.8 ton/día, respectivamente (Dirección General de Servicios Urbanos, Secretaría de Obras y Servicios, Gobierno del DF, 2008).

La Ceda fue inaugurada en noviembre de 1982, desde entonces la principal función de este mercado mayorista adquirió un carácter estratégico: satisfacer las necesidades alimentarias de los habitantes de la gran ciudad mediante el acopio⁴ y comercialización de productos agrícolas y abarrotes. Sin embargo, la función de este mercado no se limita al acopio y comercialización de alimentos, sino que también regula su oferta y demanda en un área estratégica de la actividad económica del país.

- 1 Subdirección de Reciclaje, Dirección de Transferencia y Disposición Final, Dirección General de Servicios Urbanos, Secretaría de Obras y Servicios, Gobierno del DF.
- 2 Los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes.
- 3 Todo residuo sólido biodegradable.
- 4 La acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.

CREACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTO DEL DF

En sus orígenes, la creación de la Ceda se sustentó en la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, con ciertas características sui generis, ya que los entonces futuros locatarios tenían el carácter de fideicomitentes y fideicomisarios. De esta manera, el 7 de julio de 1981 se constituyó en la notaría 125 del DF, el Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México con una vigencia de 99 años, actuando en su carácter de fideicomitente y fideicomisario, el Departamento del Distrito Federal y/o la Comisión de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, actualmente Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Distrito Federal, los futuros locatarios de la Central de Abasto adheridos al Fideicomiso y, como institución fiduciaria, el Banco Mexicano Somex, actualmente Banco Santander Mexicano, S.A. El órgano de gobierno de la Ceda lo constituye el Comité Técnico y de Distribución de Fondos integrado paritariamente por representantes tanto del sector privado como de los gobiernos local y federal. Sus principales funciones son: aprobar el presupuesto de ingresos y egresos del Fideicomiso; sus modificaciones, comportamiento y resultados, además este Comité Técnico emite las normas operativas, analiza y en su caso aprueba proyectos, entre otras facultades.

En 1998, el Programa Universitario de Medio Ambiente de la Universidad Nacional Autónoma de México (PUMA), realizó un estudio sobre la generación y composición de los RS que se generaban en la Ceda, en ese entonces ya se vislumbraba un

programa integral de los RS para la Ciudad de México. En ese estudio, realizado en el invierno de ese año, se determinó que en la Ceda se generaban 423 ton/día de RS, de las cuales 83.6% correspondieron a la fracción orgánica de los RS, 5.5% fueron materiales reciclables y 4.2%, lo que se denomina en la NMX-AA-022-1985, residuos finos que no pueden ser ya valorizados y se destinan a disposición final.⁵

En 2008 el Fondo de Fomento a la Actividad Científica y Tecnológica del Gobierno del Distrito Federal apoyó el proyecto “Producción de composta o forraje a partir de los residuos orgánicos en la Central de Abasto del DF”, varios de los autores de este capítulo lo llevamos a cabo. Con el apoyo del personal de la Dirección General de Servicios Urbanos de la Secretaría de Obras y Servicios tuvimos acceso durante 15 días a la estación de transferencia⁶ de la Ceda, 3 días cada mes, desde abril hasta agosto de 2008, de 8 a 9 de la mañana. Durante estas jornadas se registró el peso y origen de los RS que entraban de la Ceda a esta estación de transferencia, resultados que se muestran en la tabla 1. Es pertinente indicar que hay una serie de sitios de la Ceda donde se acumulan residuos sólidos urbanos RSU no considerados en este balance, estos sitios son a veces las vialidades dentro del mercado, los paraderos, el sector Aves y cárnicos. Así también se acumulan en dichos sitios los residuos de manejo especial, como por ejemplo, los residuos de demolición generados en la plaza que entonces se construía en el sitio que antes fue el deportivo de la Ceda, ubicado en la esquina de Canal Río Churubusco y Eje 5 Sur.

5 La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas.

6 Las instalaciones para el trasbordo de los residuos sólidos de los vehículos de recolección a los vehículos de transferencia.

Tabla 1. Generación de residuos sólidos en los sectores principales de la Central de Abasto del DF durante 15 días de 5 meses, abril a agosto del 2008 (3 d/mes)

Sectores	Frutas y legumbres	Flores y hortalizas	Abarrotos y víveres	Subasta	Envases vacíos	Total
Toneladas						
Total en 15 días	4 592.7	1 883.8	244.1	138.2	51.7	6 910.5
Ton/día						
Media±DS	306.2±59	125.6±35	16.3±4.9	9.2±3.8	3.45±2.1	460.8±110.6

En la figura 1 se muestra un plano de la Ceda, que data de finales de los 90, la Central está constituida por 8 mercados: 1. Frutas y legumbres, 2. Flores y hortalizas, 3. Abarrotos y víveres, 4. Aves y cárnicos, 5. Subasta y productores, 6. Pescados y mariscos, 7. Jamaiquita, y 8. Envases vacíos. Como se mencionó arriba, el deportivo se convirtió en el Centro Comercial Plaza Central y al noreste de ella quedó la estación de transferencia de RS con las que cuenta la Ciudad de México. Ninguno de los mercados que constituyen la Ceda cuenta con plan de manejo para sus RS.

También hay un porcentaje en la pepena que no llega a la estación de transferencia, así en la fracción orgánica esta parte se estimó en 3%; por su parte, el cartón que se recupera fue de 70%; el polietileno tereftalato (PET) de 80%; los envases de madera en 75%; es decir que la composición de lo que llega a la estación de transferencia proveniente de la Ceda es fracción orgánica entre 70 y 85%, y por otro lado, la fracción inorgánica constituida por vidrio, papel periódico, cartón, uncel, envases de madera y bolsas de polietileno hacen entre 15 y 30% restante.

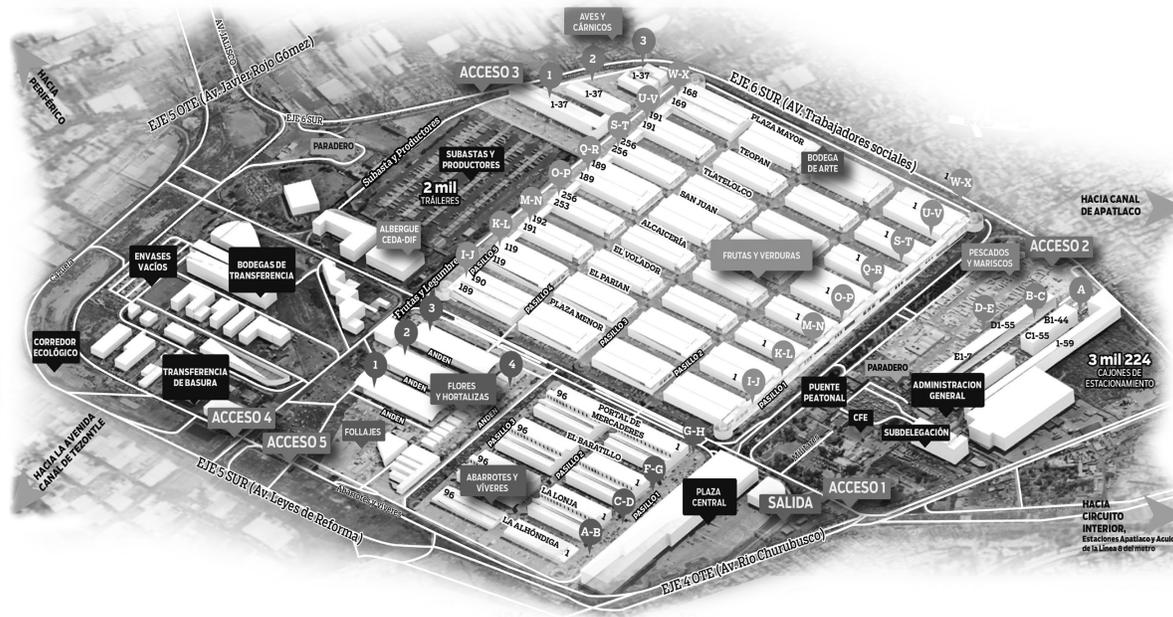


Figura 1. Plano de la Central de Abasto del Distrito Federal, la estación de transferencia se halla en la entrada noreste de la misma.

Se han realizado estudios para determinar la composición física de los residuos generados en la Ceda, el más reciente fue el que realizó el personal de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa (UAM-I) en 2009 (Tovar et ál., 2011), en este estudio el objetivo era determinar la composición promedio, para lo cual se obtuvieron mezclas compuestas de las diversas áreas generadoras para su análisis en campo.

En la tabla 2 se presenta el promedio de los dos análisis de campo realizados, apegándose a la norma mexicana NMX-AA-022-1985. Es importante destacar que el grado de contaminación que presenta la fracción orgánica equivale a 17.27% de la generación, porcentaje que corresponde a 172.7 kg de residuos inorgánicos que deben ser separados desde su origen por tonelada de RS que genera la Ceda, el principal subproducto que contamina la fracción orgánica es el polietileno de baja densidad (LDPE) (como bolsas o botellas entre otras).

El objetivo de este estudio fue cuantificar en 2010, la composición y generación de RS en la Ceda para proponer un plan de manejo de éstos, es difícil comprender con la legislación vigente, la razón por la que la Ceda, desde 1982 a la fecha, no cuente con un plan de manejo de sus RS, máxime que hay un convenio firmado entre el Gobierno del Distrito Federal y el Gobierno Federal referente a la próxima clausura del Bordo Poniente etapa IV (BPIV), único relleno sanitario con que cuenta la Ciudad de México para la disposición de sus RS, precisamente esta clausura, estaba programada para el mes de diciembre del 2011 (2010).

De acuerdo a la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, el Plan de manejo⁷ pretende minimizar la generación y maximizar la valorización de RS, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que

considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a grandes generadores de residuos, como a la Ceda, así como a los tres niveles de gobierno.

Con este objeto, a principios del 2005 se intentó establecer un plan de manejo en la Ceda (Comunicación personal, Secretaría del Medio Ambiente del DF, 13 de febrero de 2008), que posiblemente por el cambio de administración en el gobierno de la Ciudad en diciembre de 2006, no prosperó. Lo recuperable de ese ejercicio fue el hecho de que se consideró la posibilidad de establecer un plan de manejo individual para aquellos grandes generadores dentro de la Ceda.

Por otro lado, el manejo integral corresponde a las actividades de reducción y separación en la fuente, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, 2003).

La Ceda es el centro mayorista más grande del mundo

En la tabla 3 se muestran diversos indicadores de la Ceda, además dentro del mercado hay oficinas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Agencia del Ministerio Público, oficina de Licencias y Control Vehicular, 17 sucursales de 9 bancos y el mercado de Pescados y mariscos La nueva Viga, que por alguna razón está desincorporado de la Ceda. Además, como ya se mencionó arriba, cuenta con una estación de transferencia en la que se reciben los RS de la Ceda para su posterior traslado al BPIV.

7 Un instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos.

En sus 304 hectáreas, que representan 96 veces el área del Zócalo capitalino (31 571 m²), la Ceda genera un movimiento económico anual, superior a los 9 000 millones de dólares.

Diariamente a la Ceda llegan aproximadamente 480 000 visitantes; se comercializan más de 30 000 toneladas de alimentos y otros productos, lo que representa 80% de lo que se consume en la Ciudad de México, su zona conurbada y estados circunvecinos, lo que representa, en términos de consumidores, aproximadamente 25 millones de mexicanos. Atiende a

más de 1 500 puntos de venta, entre mercados públicos e itinerantes y tianguis, 380 establecimientos de 15 cadenas de autoservicio, así como algunos otros locales y estanquillos; convirtiéndose por todas estas cantidades de distribución y venta, en la central de abasto más grande del mundo. En términos comerciales, es ciertamente competitiva, ya que los precios que en ella se manejan, son los más bajos de la zona metropolitana del Valle de México, pues algunos locatarios son productores y mayoristas simultáneamente, esto hace muy difícil igualar sus precios, en contraste con las cadenas comerciales.

Tabla 2. Composición de los residuos sólidos que recibe la estación de transferencia de la Central de Abasto del DF

Subproductos	kg	%	Subproductos	kg	%
2. Cartón			22. Pañal desechable, toallas femeninas	2.09	0.15
Cartón liso	10.18	0.73	23. Plásticos		
Cartón corrugado	27.50	1.98	1 - pet (Polietilen -tereftalato)	9.35	0.67
Otros cartones	0.76	0.05	2 - HDPE-PEAD (Polietileno de alta densidad)	3.93	0.28
3. Envase de cartón tetrapak	0.32	0.02	4 - ldp-PEBD (Polietileno de baja densidad)	73.22	5.27
Llantas de camión	9.12	0.66	5 - Polipropileno	9.91	0.71
Otros hules	0.84	0.06	6 - PS (Poliestireno)	10.13	0.73
11. Latas			24. Materiales Orgánicos		
Lata metálica	1.37	0.10	Alimenticios	981.29	70.60
12. Losa y cerámica	1.82	0.13	Residuos de jardinería	168.59	12.13
13. Madera	28.39	2.04	25. Trapo	4.65	0.33
14. Material construcción	5.88	0.42	26. Vidrio		
21. Papel			Vidrio Transparente	5.99	0.43
Papel Bond	4.07	0.29	Vidrio color	1.82	0.13
Periódico	25.76	1.85			
Papel higiénico	3.01	0.22	Total	1 389.96	100.00

Fuente: Tovar et ál., 2011.

Tabla 3. Principales indicadores de la Central de Abasto del Distrito Federal

Indicadores básicos	
Área total	304 hectáreas
Comercialización	30% de la producción hortofrutícola nacional
Capacidad instalada de almacenaje	122 000 toneladas
Empleos directos	70 000
Infraestructura comercial	
Sector de Frutas y legumbres	1 881 bodegas, 55 contenedores de 16 m ³ y 9 depósitos de concreto para RS
Sector de Abarrotes y víveres	338 bodegas
Locales comerciales	1 489
Mercado de Productores	10.6 hectáreas con capacidad para 624 tráiler
Bodegas de transferencia	96
Mercado de Aves y cárnicos	3 hectáreas con 111 bodegas
Mercado de Envases vacíos	1.7 hectáreas con 359 lotes
Mercado de Flores y hortalizas	16 hectáreas
Zona de pernocta	5.1 hectáreas con capacidad para 424 unidades de hasta 30 toneladas
Centro Comercial Plaza Central	7 hectáreas, 3 niveles, 168 locales comerciales y tiendas ancla
Frigorífico	Capacidad para 2 000 toneladas
Estacionamientos aéreos	3 224 cajones para automóviles

EL ESTUDIO

Materiales y métodos

En varias visitas a la Ceda, determinamos el número de contenedores, recolección y grado de separación de los RS en los diferentes mercados de la Ceda.

Durante la semana del 18 al 24 de febrero de 2010, se realizó un seguimiento del ingreso de vehículos recolectores con RS a la estación de transferencia, esta actividad se desarrolló a partir de las 7 am hasta las 9 pm. Se estableció la frecuencia de llegada de los vehículos recolectores por cada mercado, verificándose el grado de contaminación de la fracción orgánica en cada vehículo.

Durante la semana en la que se llevó a cabo el estudio, se destinó una tolva exclusiva para la recepción de los vehículos recolectores en la estación de transferencia de la Ceda, las cajas de transferencia se pesaban y se enviaban los RS a disposición final al BPIV.

Una segunda parte del estudio, consistió en la recolección de tres muestras de RS en el mercado de hortalizas, supuestamente limpias, para determinar el grado de contaminación y el tiempo requerido para limpiarlas. La caja de transferencia, una vez cargada, se transportó a la planta de composta Axolotl de la delegación política de Xochimilco donde se analizó la composición de los RS, limpiándose éstos para determinar el tiempo requerido para esta operación.

Resultados

Contenedores disponibles y características de cada mercado dentro de la Central de Abasto del Distrito Federal

Frutas y legumbres. En la mayoría de los espacios que ocupan los 55 contenedores metálicos de 16 m³ de capacidad y los nueve de depósitos de concreto, se realizan actividades de descarga y estacionamiento de vehículos de compradores, visitantes y locatarios propiciando la demora en la recolección de los RS, además se observó la presencia de varios pepenadores que recuperan primordialmente bolsas de plástico, cartón y papel, además de recuperar algunos alimentos (véase figura 2).

La recolección de residuos en los nueve depósitos de concreto implica el desplazamiento de un cargador frontal y un vehículo con contenedor de 16 m³, además de que es una operación tardada y no se realiza la recolección eficientemente, pues parte de los residuos no son recolectados (véase figura 3). Este vehículo, una vez cargado, descarga los RS a través de una tolva elevada en la estación de transferencia de la Ceda, a una caja de 70 m³ que se conecta a un tracto-camión para enviarse al BPIV, donde se llevará a cabo la disposición final de los RS.



Figura 2. Pepena de alimentos en el mercado de Frutas y legumbres.

Generalmente la fracción orgánica se encuentra mezclada con la fracción inorgánica, así pues, es en este mercado donde se presenta en mayor grado la contaminación de la fracción orgánica dentro de los contenedores.

Hortalizas. Esta área cuenta con 6 depósitos y 5 contenedores de 5 m³ de capacidad. En el área de lechugas los locatarios arrojan los residuos a la cuneta de la vialidad, lo que provoca se contaminen con residuos inorgánicos, principalmente bolsas de plástico. Por otra parte, en los demás pasillos se arroja la basura en el perímetro del depósito, además se observa que muchos compradores al menudeo llevan sus residuos domiciliarios para depositarlos en las cunetas incrementando el grado de contaminación de la fracción orgánica.

En el pasillo A del andén 1 de lechugas hay 4 contenedores de 16 m³ de capacidad, observándose amplia participación de los locatarios para depositar los desechos en el interior de los mismos, esto hace evidente que contar con equipamiento adecuado y en la cantidad requerida es posible lograr un manejo más eficiente, rescatando con mayor pureza la fracción orgánica, aunque persiste la emisión de residuos en el resto de los andenes donde no hay contenedores.



Figura 3. Cargador frontal transfiriendo vaina de un depósito de concreto del mercado de hortalizas a un vehículo con contenedor de 16 m³.

Entre los supervisores de limpia de la Ceda, existe la creencia de que no es necesario separar los residuos y por lo tanto no se realiza ningún esfuerzo encaminado a ello, como ya se hacía en años anteriores, dando por hecho que la actividad de la separación ya no se reanuda.

Flores. Cuenta con un depósito central donde se tiran residuos de flor y algunos inorgánicos que arrojan los compradores y locatarios del área de comidas y de varios. En la zona sur hay un contenedor metálico de 5 m³ de capacidad que es usado por los comerciantes de rosas. El área y el residuo están limpios y es aprovechable si se recolecta por separado. Esta misma situación prevalece en los contenedores traseros y del área concesionada donde se deposita la flor, no así en el lugar llamado El Hoyo, pues sólo hay residuos mezclados.

Mercado de Jamaiquita. Tiene un amplio depósito central, pues su área es de 120 m². En él se depositan residuos mezclados de los locatarios, particulares y de algunos barrenderos. Además se presenta el ingreso de vehículos particulares, permitido por los mismos policías a cambio de propinas, además de encontrarse un pepenador en el depósito que realiza la selección de reciclables.

La recolección de RS es realizada por la Ceda empleando un vehículo con contenedor de 16 m³ y un cargador frontal. Se realiza un viaje cada día, aunque ocasionalmente llegan a hacerse dos.

En Jamaiquita los locatarios viven en el mercado, propiciando que los residuos de flor se mezclen con los residuos inorgánicos que generan. A esto se aúna los residuos de particulares, el ingreso de residuos de manejo especial y de los locales de varios.

Aves y cárnicos. La actividad en este mercado es fundamentalmente nocturna. Las vísceras son vendidas por los mismos comerciantes a particulares, por lo que no cuenta con contenedores excepto uno que se utiliza para residuos mezclados sobre la vialidad.

Pescados y mariscos. Los residuos generados por los locatarios son vendidos a particulares. El resto de los sobrantes es recolectado por una empresa particular que se hace responsable de su disposición final, pero se desconoce el lugar donde la empresa los deposita.

Abarrotes. No cuenta con depósitos, sino con 25 contenedores metálicos, 19 de ellos de 5 m³ y 6 de 16 m³. Dichos contenedores son izados con camionetas principalmente en horario vespertino. En la mayoría de ellos se pueden encontrar grandes cantidades de cartón, plástico y papel, que pueden ser bien aprovechados, pues tienen mejor calidad que aquéllos mezclados con residuos inorgánicos.

Los RS de estos contenedores son recolectados diariamente, en algunos de ellos varios pepenadores recuperan cartón.

Subasta. De las ocho paredes-depósito de 14 m² en sus 4 andenes, sólo se observó actividad en el primero de ellos, pues es en éste donde se realiza la subasta. Los residuos observados fueron cáscaras de tomate y cebolla mezclada con residuos inorgánicos, sin embargo existe una variación en los residuos conforme a la estacionalidad. Los andenes son usados prácticamente como estacionamiento y dormitorios.

Envases vacíos. Cuenta con dos contenedores metálicos de 5 m³ de capacidad en los que se arrojan residuos. No se encuentran en el interior del mercado sino sobre la vialidad exterior por lo que son usados por transeúntes y compradores para depositar residuos mezclados. Frecuencia de llegada de los vehículos recolectores por mercado o área a la estación de transferencia de la Ceda.

Frecuencia de llegada de los vehículos recolectores por mercado o área a la estación de transferencia de la Ceda

En la tabla 4 se muestra la llegada de vehículos recolectores con RS, tanto de los mercados de la Ceda, como de las diferentes áreas que constituyen la

Ceda; por ejemplo, además de los mercados, hay dos paraderos, las casetas de cobro de entrada a vehículos, la administración, los estacionamientos aéreos y las vialidades entre otros.

Los principales generadores de residuos sólidos son, en primer lugar, los mercados de Frutas y hortalizas, y en segundo, los de Flores y hortalizas. En una semana, el primero sacó 247 vehículos recolectores con RS, y el segundo, 193. Dichos residuos fueron descargados en cajas de 70 m³ en la estación de

transferencia. El tercer generador fue Abarrotes y víveres con 75 vehículos recolectores que llegaron a la estación de transferencia y el cuarto fue Envases con 26 vehículos recolectores que llegaron en una semana. Expresado en peso, Frutas y legumbres generó 181.3 ton/día y Flores y hortalizas 142.5 ton/día, correspondiendo 13.1 ton/día a flores y 129.4 ton/día a hortalizas. Por último, queremos apuntar que el día que llegaron menos vehículos recolectores a la estación de transferencia fue el domingo, mientras que fue el martes cuando llegaron más.

Tabla 4. Llegadas de vehículos recolectores con residuos sólidos por cada área de la Ceda a su Estación de Transferencia 18 - 24 de febrero de 2010

Área	Jue	Vie	Sa	Dom	Lun	Ma	Mie	Total	Promedio
Abarrotes	14	8	13	7	6	13	14	75	11
Administración	1	3	1		3	1	2	11	2
Estacionamientos Aéreos	2				1			3	0
Apoyos		2		1				3	0
Cárnicos	2	3	5	2	2	4	2	20	3
Envases	2	1	1		4	8	10	26	4
Flores	9	2	2		2	2	1	18	2
Frigoríficos	6	1				2	1	10	2
Frutas y verduras	31	36	45	44	26	31	34	247	35
Hortalizas	28	23	15	7	40	34	28	175	25
Jamaiquita		5	8		4	3	2	22	4
Paradero	1							1	0
Perímetro					2			2	2
Puente	1	1	2		1	1		6	1
Subasta	1	2	6	7	1	2	1	20	2
Vialidad	2	1	1	7	2	1		14	2
Zona norte	4	2	3		1	3	3	16	2
Operativo		1						1	0
Bodega			1					1	0
Casetas					1			1	0
Terreno					11	1		12	0
Total	104	91	103	75	107	106	98	684	97

Frecuencia de llegadas

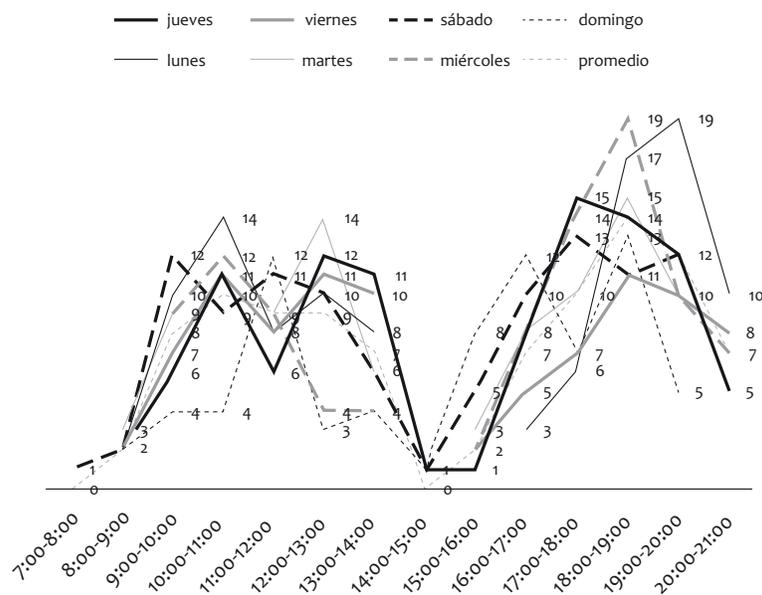


Figura 4. Arribo de vehículos recolectores a la estación de transferencia de la Ceda.

En la figura 4, se muestran los arribos de vehículos recolectores de cada día de la semana y su hora de llegada a la estación de transferencia de la Ceda.

Se observó que de las 2 a las 4 pm, de los días 19, 22, 23 y 24 de febrero de 2010, no llegaron vehículos recolectores con RS de la Ceda a la estación de transferencia. Es evidente que esas dos horas, los choferes y el personal de recolección de RS, las utilizan para la comida.

Hay tres momentos, en los que llegan más vehículos recolectores a la estación de transferencia en los días de muestreo: de 10 a 11 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7:30 pm. El día domingo no siguió el patrón de los otros 6 días de la semana. Apparently, no se envían cajas de transferencia llenas de RS al Bordo Poniente IV a las 9 pm, sino más bien se envían a la primera hora del día siguiente.

Transferencia de residuos sólidos de la estación de transferencia de la Ceda al Bordo Poniente IV y su confinamiento en el relleno sanitario

En la tabla 5 se muestra el número de cajas de 70 m³ por día que se llenaron con los RS recolectados en la Ceda, el número de viajes al BPIV de estos tracto-camiones y la cantidad de RS generados en la Ceda, que llegaron a la estación de transferencia cada día de la semana y que se enviaron para su disposición final. Al llegar al BPIV las cajas eran pesadas, éstas están numeradas y se conoce su peso vacío, por consiguiente se registraba la diferencia que correspondía al peso de los RS que llegaban a disposición final.

La transferencia de una tonelada de RS, de las estaciones de transferencia al BPIV, costaba en promedio 81.80 y el confinamiento en el BPIV por tonelada de RS fue de \$65.08, o sea el total de estos dos rubros fue en 2008, 146.88 por tonelada de RS (Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de México, 2008), que el Gobierno del Distrito Federal pagó de los impuestos de la ciudadanía.

Tabla 5. Generación de residuos sólidos en la Ceda que se envían en cajas de transferencia al Bordo Poniente IV para su disposición final

	Días del mes de febrero de 2010							Total	Volumen total m ³	Peso volumétrico promedio* kg/m ³
	18	19	20	21	22	23	24			
Núm. de cajas	13	14	15	12	16	16	14	100	7 000	
Viajes al BPIV	104	91	103	75	107	106	98	684		
Peso rs (ton)**	381	330	383	347	431	410	333	2 615		363.6

*Peso volumétrico de los residuos sólidos enviados al Bordo Poniente IV

** La media \pm desviación estándar fue 373.59 \pm 38.77 ton/día

Si la Ceda envió diariamente al BPIV 374 toneladas de residuos sólidos, la Ciudad de México gastó en 2008 cerca de 20 050 589. Además de este gasto, el cierre del BPIV obliga a la Ceda, y por consecuencia a las autoridades responsables de planes de manejo, precisamente la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, a implantar a la brevedad, un plan de manejo de RS y, posteriormente a los principales mercados públicos de la Ciudad de México.

En contraste con estos últimos resultados, la Gerencia de Limpia, Transporte y Equipo del Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México (2010), obtuvo que la generación de RS en 2009 fue de 503.48 \pm 27.54 ton/día, lo que significó para el Gobierno del Distrito Federal, si hubiese sido este el caso, un gasto al año de aproximadamente 27 millones de pesos, a precios de 2008.

Tiempo y mano de obra requerida para la limpieza de residuos sólidos supuestamente limpios

El objetivo de esta segunda parte del proyecto, fue evaluar la infraestructura, determinar el tiempo que se necesita para la limpieza de RS que visualmente se percibían como limpios, así como la mano de obra requerida para dicha tarea. El área de hortalizas es la que presenta la menor contaminación de la fracción orgánica, por lo que se determinó la composición de estos RS. Durante tres días conse-

cutivos se recolectaron tres muestras provenientes del mercado de hortalizas, una por día, para determinar su grado de contaminación y el tiempo requerido para limpiarlas. Las cajas con los residuos se transportaron a la planta de composta Axolotl en Xochimilco, sitio donde se llevó a cabo la limpieza y se cuantificaron las impurezas presentes en las muestras, apegándose a la NMX-AA-022-1985.

En la figura 5 se muestra una caja de transferencia con RS provenientes del mercado de hortalizas, todavía en la estación de transferencia después de que vehículos recolectores, a través de la tolva, descargaron en la caja.



Figura 5. Caja de transferencia cargada con residuos sólidos que visualmente parecían limpios y a los que se determinó su composición.

Tabla 6. Análisis de la composición de los residuos sólidos del mercado de hortalizas*

Núm. caja de transferencia	Área	Contenedores	Tiempo de separación en horas	Peso ton.	Inorgánicos kg	Porcentaje de inorgánicos
638	Vaina Lechuga	3 de 16m ³ 2 de 14m ³	2.5	16.42	837.42	5.1%
31	Vaina Lechuga	3 de 14m ³ 2 de 16m ³	1.75	17.00	714.00	4.2%
129	Vaina Lechuga	3 de 14m ³ 2 de 16m ³	2.8	17.46	680.94	3.9%

*Fueron 10 trabajadores los que llevaron a cabo la limpieza de las muestras.

En la tabla 6 se observan el tiempo de separación así como el porcentaje de impureza de las muestras. El promedio de contaminación de estos fragmentos fue del $4.4 \pm 0.62\%$. El tiempo para el traslado de las muestras desde la estación de transferencia a la planta de composta Axolotl en Xochimilco fue entre 30 a 45 min y el tiempo de su descarga en este sitio fue de 12 minutos.

Un factor importante en la limpieza de la fracción orgánica que se genera en el mercado de hortalizas es el número de operadores requerido para limpiar aproximadamente 16 ton, el cual en promedio fue de 10 trabajadores, con un tiempo

que varió de 1 hora con 45 min. a 2 horas con 48 min. Para esta operación de limpieza se utilizó una volteadora marca Vermeer (véanse figuras 6 A y B), la cual esparce los residuos y permite que los trabajadores puedan retirarlos de las partes bajas de la pila, lo que implica que una adecuada separación en fuente de los RS permitirá cumplir los estándares encontrados en este estudio. En la tabla 7 se muestra la composición de las tres muestras analizadas.

El principal contaminante en las tres muestras analizadas fueron residuos domiciliarios, después, polietileno de baja densidad, y finalmente, los demás



Figuras 6A y 6B. Retiro de los inorgánicos durante el volteo y captura de bolsas de polietileno de baja densidad utilizando una volteadora marca Veermer.

Tabla 7. Composición de la tres muestras provenientes del mercado de hortalizas

Subproducto	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
	kg	%	kg	%	kg	%
Orgánicos	15 582.5	94.9	16 266.0	95.7	16 779.0	96.1
Arpillas	34.5	0.2	22.1	0.1	33.2	0.2
Cartón	74.9	0.5	37.4	0.2	62.9	0.4
Cartón para huevo	4.9	0.0	8.5	0.1	3.5	0.0
Costal de yute	4.9	0.0	6.3	0.0	5.1	0.0
Botes de hojalata	1.6	0.0	0.3	0.0	61.1	0.4
Madera	0.3	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0
Papel	34.5	0.2	76.5	0.5	98.5	0.6
Fleje	3.1	0.0	4.6	0.0	2.1	0.0
Unicel	3.0	0.0	3.2	0.0	15.2	0.1
Pet	31.2	0.2	28.9	0.2	33.2	0.2
Vidrio	8.2	0.1	4.9	0.0	11.0	0.1
Polietileno de baja densidad	157.3	1.0	95.2	0.6	151.9	0.9
Domiciliarios	479.0	2.9	445.6	2.6	203.1	1.2
Total	16 420.0	100.0	17 000.0	100.0	17 460.0	100.0

subproductos como impurezas menores, pero si al procesar la fracción orgánica para compostaje o digestión anaerobia, estas impurezas permanecieran, se reduciría la calidad de la composta⁸ obtenida o quedaría afectada la operación del digestor anaerobio.⁹ Usualmente, dicho proceso requiere un sistema de agitación que pudiese enredarse con algunas de estas impurezas, como las arpillas o los flejes, y por consiguiente dañar el motor eléctrico que mueve al agitador.

¿Y EL PLAN DE MANEJO, CUÁNDO?

A partir de los estudios previos sobre generación y composición de RS en la Ceda, y de los resultados obtenidos en el presente estudio, concluimos que

la Central de Abasto del DF es un generador de residuos sólidos no sujeto a la Licencia Ambiental Única en el Distrito Federal. Esta central tiene la categoría A de acuerdo al volumen y tipo de generación, ya que es un generador de alto volumen con bastante más de 1 ton/día de RS (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2009). El fundamento jurídico administrativo para implantar un plan de manejo en la Central de Abasto del DF, partiendo del supuesto de que los RS que usualmente se generan en la Ceda no son de manejo especial, es, entre otros ordenamientos, el artículo 23 de la Ley de Residuos Sólidos del DF que establece que las personas físicas o morales que originen RS en alto volumen deberán instrumentar planes de manejo, pero la clausura del BPV, único relleno sanitario con

8 Es el producto resultante del proceso de descomposición aerobia de la fracción orgánica mediante la acción de microorganismos específicos.

9 Reactor donde se realiza el proceso de descomposición anaeróbica de la fracción orgánica.

que cuenta la Ciudad de México, exagera la obligatoriedad de este mandato, particularmente en el caso de la Ceda, ya que, tanto el Fideicomiso de la Central de Abasto de la Ciudad de México como la dirección general de la Central de Abasto de la Ciudad de México dependen de la Secretaría de Desarrollo Económico del DF, y como el refrán dice: “El buen juez por su casa empieza”, las autoridades de esta secretaría deberían acatar a la brevedad este ordenamiento.

La información presentada en este estudio permite a la Ceda implantar su plan de manejo con el objetivo de asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada para lo cual las estrategias a seguir serían:

1. Las autoridades de la Ceda deberán presentar una herramienta técnica de administración, operación y consulta (plan de manejo) para el mercado de Frutas y Legumbres, que genera 181.3 ton/día de RS.
2. Sensibilizar a los agentes generadores de residuos sobre los riesgos para la salud y el ambiente que involucra un inadecuado manejo de los residuos sólidos.
3. Hacer cumplir a los bodegueros del mercado el artículo 33 de la Ley de Residuos Sólidos del DF, el cual establece que los RS deben separarse en orgánicos e inorgánicos en la fuente. Esto implica, si hubiese separación desde el origen, que cada 24 hrs. habría que recolectar los RS de los contenedores.
4. Lograr que los generadores de residuos cumplan con los procedimientos operativos establecidos, a fin de lograr un manejo ordenado y seguro de los RS.
5. Distinguir los contenedores para la fracción orgánica, en color verde, y los que reciban la fracción inorgánica, en color gris.
6. Mantener el área aledaña a los contenedores libre de automóviles o camiones estacionados para la fácil recolección de los RS.
7. Establecer un circuito cerrado de TV para vigilar infractores que no separen sus RS, y eventual-

mente amonestarlos primero, y posteriormente infraccionarlos. Otra opción sería extender el sistema de cámaras, con las que la Ceda ya cuenta, dirigidas a los contenedores. Este mismo sistema podría identificar incluso a los usuarios o marchantes de la Ceda que traen los RSU de sus domicilios, que, como se observó, es una de las principales impurezas en los RS del mercado de Hortalizas.

8. Establecer un plan de contingencias el cual deberá ser formulado y puesto en funcionamiento, a fin de tener una respuesta oportuna frente a la ocurrencia de cualquier incidente que tuviera lugar.

Una vez se haya puesto en marcha el plan de manejo en el mercado de Frutas y Legumbres, un enfoque similar sería llevado a cabo en el mercado de Hortalizas, que aparentemente genera los RS más limpios de la Ceda, inmediatamente después seguiría el mercado de Flores, para continuar con Abarrotés y víveres.

Los efectos que este plan de manejo, si se lleva a cabo de una manera rigurosa, serían:

- a) Producción de composta o biogás¹⁰ y digestato o ambos, si la fracción orgánica se compostea o se sujeta a digestión anaerobia.
- b) Generación de energía eléctrica a partir del biogás.
- c) Ahorro en efectivo en el trabajo de separación de RS, supuestamente limpios (como fue el caso de las tres muestras recolectadas en el mercado de Hortalizas).
- d) Ahorro en transporte y disposición final, en caso de que la fracción orgánica se sujete a digestión anaerobia en un sitio cercano a la Ceda.
- e) Reducción de emisiones de gases efecto invernadero en el BPIV o en el relleno sanitario que lo sustituya, si ese fuese el caso.
- f) Producción de forrajes a partir de la fracción orgánica de los RS de la Ceda.
- g) Incremento del reciclaje de subproductos presentes en la fracción inorgánica.

10 El conjunto de gases generados por la descomposición microbiológica de la materia orgánica

- h) Mayor limpieza en la Ceda y por consecuencia, menores riesgos a la salud de los visitantes y comerciantes.
- i) De ser exitoso el plan de manejo en la Ceda, otros mercados públicos, tanto en la Ciudad de México como en otros estados de la República, seguirían el ejemplo.

En caso de producir forraje y posiblemente fertilizantes a partir de la fracción orgánica de los RS, ésta se sujetaría a un proceso de deshidratación que consiste en triturar el residuo orgánico, pesarlo, cuantificar su humedad, reducir la cuenta microbiana, prensarlo para reducir su contenido de humedad, secarlo y molerlo. El lixiviado puede incorporarse al material sólido en la etapa de secado o bien utilizarse como fertilizante, si su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio así lo indicase.

FUENTES CONSULTADAS

- Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de México, (2009). *Costos del manejo de residuos*, Gobierno del Distrito Federal, México.
- Comunicación personal, Secretaría del Medio Ambiente del DF, (2008). *Plan de manejo en la Ceda realizado en el mes de febrero de 2005*, 13 de febrero.
- Dirección General de Servicios Urbanos, Secretaría de Obras y Servicios, Gobierno del DF (2008). *Generación de residuos sólidos en los mercados*

públicos de las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, México.

- Fideicomiso Central de Abasto de la Ciudad de México, Gerencia de Limpia, Transporte y Equipo (2010). *Resumen de Traslado de Desechos (Viajes)*, Enero a diciembre de 2009, México.
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (2003). Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, 23 de Diciembre de 2010.
- Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito (1932). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación, 20 de agosto de 2008.
- Norma Mexicana NMX-AA-022-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.
- Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), (1998). *Generación y composición de residuos sólidos que se producen en la Central de Abasto del Distrito Federal*, México, DF.
- Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMADF), *Instructivo y Formato del Plan de Manejo* (2009). Gobierno del Distrito Federal. Disponible en: <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=219>, consultado el 12 de septiembre de 2011.
- Tovar Gálvez, L. R., Orta Ledesma, M. T. y Saucedo Castañeda, G. (Comp.) (2011). *Composición y generación de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México durante 2008-2009*, incluye los generados en la Central de Abasto del DF México, DF Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, en prensa.





Conceptos elementales de ecología

con aplicaciones en el análisis de ciclo de vida

19

Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita
Miguel Ángel López Flores

INTRODUCCIÓN

El análisis de ciclo de vida (ACV) es, como lo indica su nombre, un estudio analítico de todas las etapas del proceso de producción —o de servicio— de un determinado producto desde su inicio hasta su fin. En algunas ocasiones suele denominarse *ecobalance* a esta herramienta científica para evaluar los efectos de un producto determinado sobre el medio ambiental; así como *ecodiseño* cuando lo que se trata es de desarrollar e implementar un diseño de ingeniería del ciclo de vida de un producto encaminado al desarrollo sustentable (Capuz y Gómez, 2004).

Los procedimientos que se siguen para realizar un ACV, sea de la vertiente que sea, están detallados en una norma internacional de las denominadas ISO serie 14040. Y en México, concretamente, están regulados por la normativa mexicana NMX-SAA-14040-IMNC-2008; la cual, hay que decirlo, no es más que la misma ISO 14040.

La finalidad de utilizar el ACV en un sistema productivo, e incluso de servicios, como una depuradora de agua o una planta recicladora de materiales, es

conocer, evaluar y estimar el impacto que en el medio ambiental tiene la producción de un artefacto o de un servicio y cómo pueden optimizarse los procesos involucrados en su producción o generación del servicio. Por lo tanto, es importante recordar algunos elementos básicos de ecología con énfasis, claro está, en la biología de la conservación, por cuanto esta rama de la ecología conjunta los aspectos sociales, económicos y ecológicos en una aproximación *rizomática* en la gestión, manejo y transformación de los recursos naturales.

Las actividades productivas de la humanidad, ya sean en parques industriales, urbanos o aislados en el medio rural o natural también se consideran dentro de la biología de la conservación puesto que deben llevar asociadas un estudio de impacto ambiental y más recientemente una evaluación estratégica del paisaje. En definitiva, toda actividad humana que afecta al paisaje concierne a la conservación biológica. En esta introducción a los ACV se exponen los temas que consideramos más relevantes para entender la relación entre ACV y medio ambiental.



NOCIONES DE ECOLOGÍA

Regularidad en la naturaleza

Uno de los ecólogos más importantes e impactantes de todos los tiempos, Ramón Margalef, propuso hace más de 25 años la construcción de una teoría ecológica bajo los supuestos de que los esquemas teóricos jamás se generan con datos primarios de observación, sino que conllevan elementos externos que hacen impredecibles las regularidades descubiertas. Así, la teoría ecológica debe examinar los datos una y otra vez bajo diferentes paradigmas, pues indudablemente existirán construcciones posibles antes no sospechadas que resultarán coherentes con los nuevos conocimientos adquiridos.

La teoría ecológica debe ser, por tanto, un sistema flexible que conlleve una actitud mental abierta para ir colocando más datos que generen nuevos significados de la naturaleza, de tal forma que ésta siga siendo comprensible (Allen y Hoekstra, 1992). La ecología reconoce mecanismos y condiciones de selección en los que se descubren regularidades en las funciones que se maximizan o minimizan con el paso del tiempo; en otras palabras, combina los niveles de organización de la naturaleza hasta donde opera la selección natural, también la fuerza humana y ambas en conjunto (Gibson et ál., 2000).

Las regularidades que se destacan a nivel de ecosistema, en palabras de otro eminente ecólogo, Eugene P. Odum, también se reconocen en otros niveles jerárquicos de organización y hacen pensar que realmente el concepto *ecosistema*, como se propuso originalmente,¹ debería ser modificado de

forma sustancial o relegado a un ámbito meramente operativo (O'Neill, 2001).

Las regularidades se centran en los patrones de disipación y degradación de energía (Rozdilski et ál., 2001); en su diferenciación en subsistemas que difieren unos de otros solamente en las diferentes tasas de renovación de la materia y rutas preferentes del flujo de energía (Gutiérrez-Yurrita et ál., 2002); y en la regularidad en las relaciones o intercambios que se establecen entre las unidades que componen a los subsistemas diferenciados, cuya relativa ocupación del espacio sigue también cierta regularidad, aunque más compleja de desentrañar y comprender (Salthe, 1985; Levin, 1992).

Las catástrofes y las perturbaciones ecológicas, aunque parezca raro, también tienen ciertos patrones de comportamiento y regularidades en su aparición, bien detectados por los investigadores en geofísica, ecología, climatología y astronomía. De esta forma, la teoría de las perturbaciones ecológicas establece, entre otras cosas, que los ecosistemas están sometidos a perturbaciones naturales de diferente intensidad y frecuencia inversamente relacionadas; y que esta recurrencia de las perturbaciones tiene capacidad organizativa sobre los ecosistemas (Margalef, 1997). Es decir, que las perturbaciones ecológicas de gran magnitud o fenómenos naturales catastróficos, a ojos del hombre, son parte del funcionamiento de toda la biosfera y contribuye a la disponibilidad de los recursos naturales en un ecosistema y momento dado y a la continuidad del reciclado de los mismos; de igual forma, estas discontinuidades de la naturaleza — como las llamó Thom para no usar un término antropocéntrico, como *catástrofe* (Thom, 1979)—, al

1 A. G. Tansley acuñó el término *ecosistema* en 1935 refiriéndose a que los animales y las plantas se encuentran más asociados de lo que se encontrarían al estudiar sus comunidades de forma aislada=BIOMA (Gutiérrez, 2007). Una forma más actual de decirlo sería: una unidad paisajística (sistema homeostático) donde evolucionan conjuntamente todos sus elementos al compartir el mismo flujo de energía y reciclado de nutrientes (Whittaker, 1975). Así, la visión moderna de *ecosistema* es conceptualizarlo bajo tres perspectivas simultáneamente: 1. abstracción del funcionamiento y de la organización de la naturaleza; 2. realidad genético-funcional como resultado de una jerarquía de relaciones de dependencia entre sus componentes a diferentes escalas espacio-temporales; 3. es el paisaje, o escenario básicamente visual, de un sistema complejo de relaciones biofísicas (Montes, 1998); en otras palabras, bajo el punto de vista de la ecología integral, el ecosistema es la unidad perceptible multisensorialmente dentro de unos límites operativos.

describirlas matemáticamente y llevar su modelo al plano ecológico, ayudan a entender las variaciones puntuales en el crecimiento de poblaciones, la estructura de una comunidad ecológica y detectar los puntos del balance ecológico en las funciones de un ecosistema. Y en suma, todo esto, lleva a la consecución de varios procesos evolutivos de las poblaciones bajo presión.²

Por ejemplo, si fallecieran súbitamente de manera proporcional varios individuos de una población depredadora y de su presa el promedio de individuos de la población presa aumentaría, mientras que el promedio de los individuos de la población depredadora disminuiría, lo que ecológicamente significa que la presa retiene una tasa neta mayor de crecimiento que el depredador (este fenómeno se denomina histéresis evolutiva y está determinado por adaptaciones a sucesivas discontinuidades demográficas producidas por factores externos al sistema), cambiando el balance competitivo entre ambas poblaciones, que de acuerdo con el modelo depredador-presa de Lotka (1925), Volterra (1926) y Gause (1932) desarrollado para predecir la dinámica de poblacio-

nes³ de dos poblaciones que compiten al mismo tiempo y en el mismo lugar por su supervivencia se pasa de un sistema:⁴

$$r_p - vN_d = -m_d + wN_p = 0 \quad \text{ecuación 1}$$

a un sistema:

$$r_p - vN_d k > -m_d + wN_p k \quad \text{ecuación 2}$$

donde r es la tasa de crecimiento, m es la tasa de mortalidad, p es presa, d es depredador, N número total de individuos en una población en el tiempo T , v y w son las eficacias en la relación depredador-presa, uno para capturar presas y otro para escapar del depredador, k es el factor de perturbación. En la figura 1A puede verse, de forma general, la tendencia al cambio en los sistemas compuestos por dos especies en competencia del tipo depredador-presa, cada punto origina un vector y los vectores convergen en una región restringida que a la postre da espirales muy próximas a ciclos, pero en varias dimensiones (MacArthur y Connell, 1966).

- 2 P. J. Gutiérrez (2004) establece que tal y como fue propuesta inicialmente la teoría de las catástrofes por Thom (1979) su vinculación con los problemas ecológicos tiene como finalidades conocer y explicar las discontinuidades en el comportamiento y evolución de los ecosistemas, para lo cual se fundamenta en dos principios: 1. el principio balance o estabilidad y, 2. el principio del cambio cualitativo o discontinuidad. El primero se refiere a un sistema que permanece estable aunque registre cambios; mientras que el segundo aparece cuando lo que son simples cambios cuantitativos transforman al sistema internamente de modo radical en una nueva situación; modifica, a su vez, la situación de estabilidad y balance interno del sistema, instaurando una nueva.
- 3 Hay que aclarar que *ecología dinámica de poblaciones* hace referencia a estudiar el cambio de estructura de las poblaciones a través del tiempo tomando en cuenta las fuerzas que originan los cambios; mientras que *cinemática de poblaciones* hace referencia a los cambios estructurales de las poblaciones en el tiempo sin considerar los factores de presión que los originaron. La estructura de la población puede verse como las frecuencias de talla y otras cualidades —machos, hembras, reproductores, etcétera— en un momento específico. Cuando se asocia la estructura de una comunidad biótica con la disposición de las especies en el espacio, se suele denominar *arquitectura ecológica* (Nava et ál., 1996).
- 4 De hecho, la ecuación planteada en este ejemplo es sólo una forma de representar el crecimiento numérico de individuos de dos poblaciones que coexisten, de acuerdo con la teoría de Lotka y Volterra; sin embargo, es interesante señalar que Volterra menciona una serie de regularidades ecológicas que dan sustento al modelo matemático que describe las fluctuaciones periódicas del tamaño de las poblaciones en términos numéricos. Margalef (1991) las nombró así: 1. regla de los ciclos periódicos —Gutiérrez (2004) ha demostrado recientemente que son espirales más que ciclos, al menos para ensamblajes dulceacuícolas—; 2. Regla de la conservación de las medias; 3. Regla de las perturbaciones medias (fue la de nuestro ejemplo); 4. Las fluctuaciones de corto periodo son isócronas y su periodo es $T=9.06$, proporcional al tiempo medio de duplicación de la población de las presas en ausencia de depredador; 5. La destrucción uniforme del depredador acelera las fluctuaciones, y las de la presa las retarda.

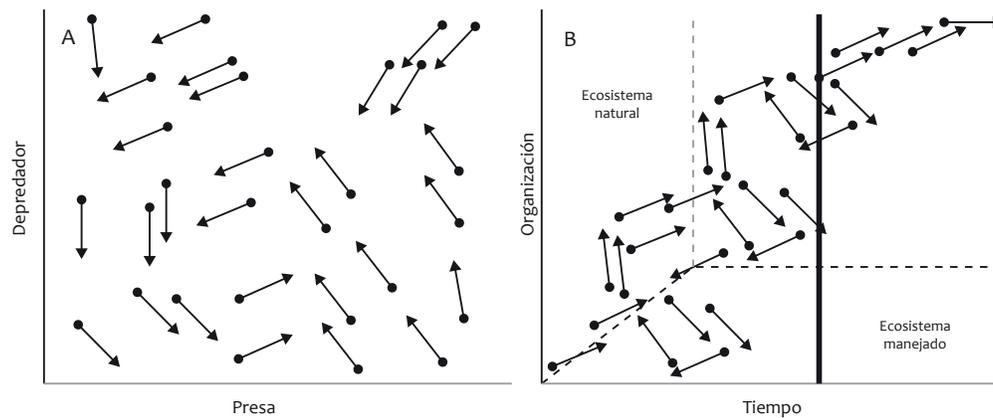


Figura 1. A) Representación generalizada de la tendencia al cambio en un sistema compuesto por un depredador y una presa, modificado de MacArthur y Connell (14). Y B) en la organización de un ecosistema a lo largo del tiempo sugerido por Gutiérrez-Yurrita (17). Las flechas son vectores que llevan una dirección y magnitud determinada a partir de su punto de salida; hay una tendencia hacia la convergencia, pero ésta se ve modificada por las condiciones ambientales externas, las cuales también presentan espirales caóticas en varias dimensiones. Las líneas punteadas tratan de señalar que los cambios pueden ser en más de una dirección, no están regulados por la limitación gráfica de dos o tres dimensiones; la línea gruesa marca el punto en el cual el hombre hace su aparición en el ecosistema gobernándolo con directrices totalmente antropocéntricas.

En caso de que ocurra una perturbación natural, la espiral de la figura 1A se movería completamente con mayor carga hacia la presa, de acuerdo con la ecuación 2, pero mantendría en esencia la misma forma. Si se tratara de un sistema cuya perturbación fuese inducida por el hombre, entonces podría perderse la espiral y progresar el sistema hacia una asíntota; esta curva asíntótica es la constancia ecológica o balance estable⁵ en el ecosistema que en todo momento busca el gestor de las áreas naturales protegidas cuando se tiene un manejo con protagonismo de las especies, como es el caso de la figura 1B (Gutiérrez, 2000).

Diversificación de la vida en la tierra

Regresando a la teoría ecosistémica de Margalef (1991), este autor hace notar que la vida se presenta descompuesta en individuos como piezas repro-

ducibles y separadas —lo que comúnmente llamamos *especies o poblaciones*—; pero como la tierra no es uniforme ofrece características que varían en función del lugar y del tiempo, y las homeostasis y enanteostasis de los sistemas ecológicos están limitadas a un área y tiempo corto (*modus operandi* de la regularidad en ecología). La conjunción de los dos enunciados anteriores nos lleva a pensar que la vida en la tierra podría haber seguido uno de dos caminos, o ser homogénea, extremadamente plástica y adaptable a todas las situaciones terrestres; o por el contrario, a diversificarse en un gran número de formas genéticamente distintas, limitadas a vivir en un tipo concreto de ecosistema y en un tiempo relativamente corto —escala geológica, como unos cuantos miles de años—.

Obviamente la estrategia seguida por los seres vivos de este planeta es la diversificación;⁶ de aquí

5 En la teoría ecológica *equilibrio* y *balance* tienen significados distintos. El equilibrio, aunque se denomine *dinámico*, habla de un estado invariante en la naturaleza a largo plazo, esto es, se eliminan las fluctuaciones espirales recurrentes (circanales, por ejemplo); mientras que la noción de *balance* en ecología implica movimiento continuo dentro de una estabilidad ecológica, sin dirección aparente, entre los elementos estructurales y los procesos ecológicos que dan identidad propia al ecosistema.

6 Darwin, incluso, ha mencionado que la diversificación de la vida se debe a la presión que la misma vida produce en un sistema natural y que por esta razón la vida misma también limitaría el número de formas de vida que se desarrollen; recordemos también, que Darwin no creyó nunca en el concepto de *especie biológica*.



que surja al menos una nueva pregunta cuya resolución consta de dos partes: ¿por qué al haber tanta diversidad biológica son estrechos los límites de tolerancia fisiológica y de persistencia en el tiempo de una especie?⁷

Antes de responder la pregunta sería bueno hablar de lo que se entiende en ecología por especie, ya que es un término sin significado natural, pero que evoca el lado práctico de la humanidad para organizar el mundo que le rodea (Mayr, 1969). En biología lo que tiene sentido ecológico es la población, ya que representa una asociación viva entre los niveles jerárquicos individuo y comunidad, con propiedades emergentes, coherencia genética entre los individuos que la componen e historia evolutiva en común, debido a las relaciones reproducción-descendencia de sus antepasados, llamado *linaje*. Técnicamente a cada población o al grupo de poblaciones con un linaje común o *filogenia* —relación existente entre ascendencia y descendencia— aunque habiten diferentes lugares, es decir, que sean *asimpátricas*, y en diferentes tiempos, *asíncronas*, dentro de un sistema multidimensional,⁸ se le llama UTO (Unidad Taxonómica Operativa).

Ahora sí, una posible respuesta a la primera parte de la pregunta es que la vida en la tierra se ha diver-

sificado y especializado porque el costo energético de ser una UTO con gran poder de adaptación y altamente plástica en su genética es comparativamente más alto, dada la gran maquinaria que debe generar para mantener sus sentidos bien desarrollados y así obtener alimento sin ser el alimento de otras UTO; el costo energético también es alto para cuidar que la extrema complejidad en la transmisión de información genética para la síntesis de proteínas no pierda exactitud; para sostener el cuidado del sistema de transmisión genética del Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y el sistema de reparación del ADN (De Witt et ál., 1998); para mantener los sistemas internos de regulación del individuo, etc. (Gutiérrez y Montes, 1999). De esta forma se establece una correspondencia entre las propiedades del ambiente y las características de las UTO, que resulta en una enorme diversidad biológica, abundancia de las poblaciones y su dispersión⁹ en el espacio, únicas, todas estas características, de nuestra biosfera (Krebs, 1978).

La diversidad biológica es uno de los mecanismos que regulan el número de UTO que puede haber en un sistema determinado, esto es, hay una capacidad máxima de carga para cada ecosistema y ésta es similar en todos los tipos de ecosistemas, lo que hace que cada población de una UTO diferente se

- 7 Wilson ha mencionado en varias ocasiones que para la diversificación de la vida en la tierra se tienen que cumplir tres condiciones básicas en cualquier ecosistema (el llamado principio EEA): Energía (E) suficiente para que la vida pueda nutrirse y desarrollarse dejando descendencia fértil de forma diferencial; Estabilidad (E) de los ecosistemas para que las relaciones entre individuos de la misma o de diferente especie maduren, al igual que más tiempo para la adaptación y que los ensamblajes ecológicos encajen perfectamente en las cambiantes condiciones del ambiente, es decir, debe ser un ecosistema cuya sere se halle en el clímax local o edáfico, como lo propuso Odum (1986); Área (A) suficiente para que exista heterogeneidad paisajística y pueda haber aislamiento de poblaciones, las cuales tendrán su propio desarrollo evolutivo, con un tamaño mínimo de poblaciones para mantener la variabilidad genética —heterocigosis—, de tal forma que haya mínimas pérdidas de especies por extinción o emigración; este aspecto tiene su fundamento en la teoría del balance insular de MacArthur y Wilson (1963).
- 8 Eldredge y Cracraft (1980) mencionan que al hablar del concepto de especie y de evolución los sistemas no dimensionales son los formados por una localidad (simpatria) y un tiempo (sincronía), donde las especies se mantienen separadas de otras especies mediante el aislamiento reproductivo. Mientras que en los sistemas multidimensionales se menciona que las especies se mantienen como unidades a través del tiempo y a pesar de los cambios ambientales que se hayan sucedido mediante su filogenia.
- 9 Es importante recordar que en ecología no es lo mismo la distribución de una población que la dispersión de la misma. *Dispersión* es un concepto ecológico que tiene que ver con la forma en que están dispuestos en el espacio los individuos que componen a una población dada; mientras que *distribución* es la probabilidad estadística de hallar a un individuo en un lugar determinado. En otras palabras, la dispersión es el patrón de variación espacial de una población; y la distribución es la descripción formal de la dispersión con modelos matemáticos y análisis estadísticos de probabilidades. Se reconocen tres tipos de dispersión con implicaciones ecológicas: 1. aleatoria: ausencia de interacciones bióticas y abióticas; 2. agregada: interacciones negativas con el medio físico de la población o con individuos de otra población o con ambas; y 3. uniforme: interacciones negativas entre individuos de la misma población.

especialice frente a las otras poblaciones —esto se entiende ahora como la idea primigenia de Darwin que se planteó antes acerca de la diversificación de las formas de vida y de la no existencia de especies—. Las especializaciones acortan los límites de tolerancia y restringen la dispersión espacial de la población (Poe y Wiens, 2000). Asimismo, un sistema con poblaciones altamente específicas, es decir, con relaciones fuertes dentro de las poblaciones que componen la comunidad biológica, tiene poca conectividad, al contrario de lo que pasa con comunidades jóvenes donde las relaciones entre poblaciones son más débiles y por tanto más numerosas.¹⁰

Si se realizara una matriz con las características biológicas de las poblaciones que componen cada comunidad se tendría lo que se llama *nicho ecológico* de una especie. Y aunque por conceptualización no puede existir el nicho vacío, sí hay un número limita-

do de nichos en un espacio dado a un tiempo determinado (Begon y Mortimer, 1981). Así, de acuerdo con la *ecología fisiológica* de Pianka (1978) y como se aprecia en la figura 2, cada especie delimita sus óptimos fisiológicos de tal forma que siempre tengan las mayores adecuaciones biológicas, tasas de reclutamiento, de crecimiento y de supervivencia a diferentes condiciones ambientales (Gutiérrez y Montes, 2001).

Finalmente, cada UTO establece una relación de correspondencia muy estrecha con las propiedades de su entorno y sus características intrínsecas, a tal grado de que no sólo su fisiología queda moldeada por los cambios ambientales continuos (*nictémeros*), estacionales (*zeitgebers*) o extremistas (*catastróficos*), también su morfología o fenotipo (Poe y Wiens, 2000).

Un segundo mecanismo de control del número de UTO en un ecosistema es la evolución. Si se

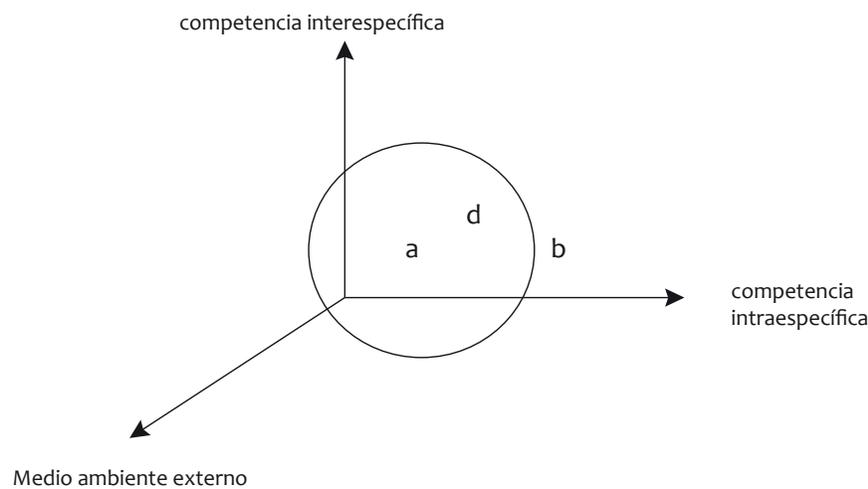


Figura 2. Modelo de adaptación constante al ambiente (nicho ecológico). El óptimo fisiológico de una población se localiza dentro del círculo, siendo *d*, el intervalo de tolerancia de la población a la variación de los factores ambientales; *a* es el óptimo y *b* es el límite extremo, modificado de Pianka (24).

10 Richard Levins (1969), al crear el primer modelo matemático basado en el movimiento de poblaciones de especies sobre pequeños parches de vegetación desarrolló la noción de *conectividad biológica*, al tiempo que desarrolla la teoría ecológica de las metapoblaciones. En la formulación de Levins, una población de cualquier especie en un parche de vegetación puede aumentar, disminuir o desaparecer de este espacio a través del tiempo; los hábitats vacíos pueden ser repoblados si los miembros de esa población son capaces de movilizarse de un parche a otro, siempre y cuando haya suficiente “conectividad”. El nivel de conectividad requerido para mantener a una población en particular dependerá del tamaño de la población, las tasas de supervivencia y de nacimientos, así como el nivel de variabilidad genética de esa población (metapoblaciones).

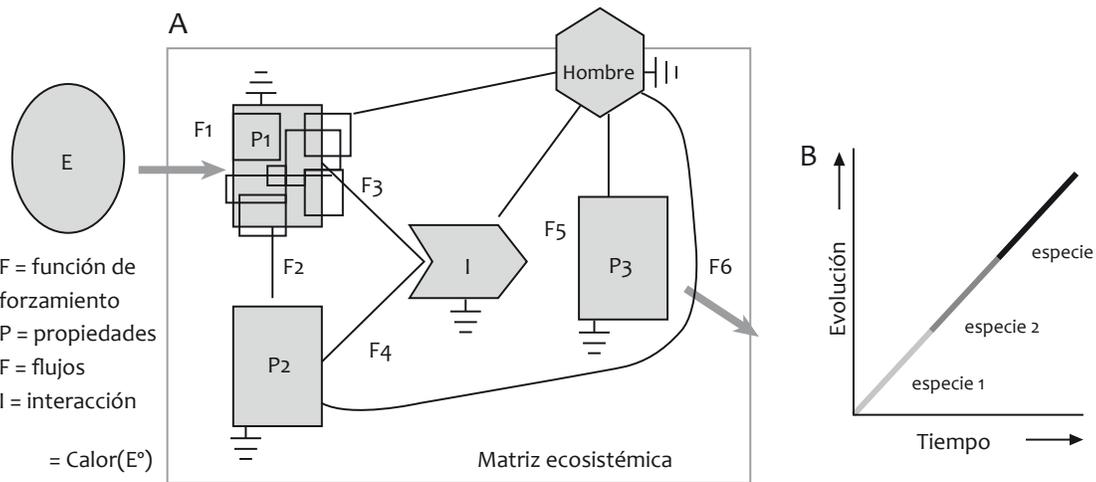


Figura 3. A) Representación generalizada del funcionamiento ecológico de un ecosistema. Las interacciones entre individuos de la misma UTO o entre varias, así como las relaciones de los individuos con el medio externo producen funciones de forzamiento que conllevan a la selección de los genotipos con mayor adecuación biológica, modificado de Odum (27). Y B) representación del proceso evolutivo “continuo” de Darwin o micro-evolución.

toma en cuenta que dentro de un ecosistema, como el que se muestra en la figura 3, existen funciones de forzamiento e interacciones, entonces, se esperaría que los componentes de cada compartimento estén sujetos a diferentes presiones de selección, siendo así la selección natural la que opera los cambios continuos que al quedar fijados en el genoma de los individuos, y al quedar estos favorecidos respecto a los individuos que no tienen dicha *ventaja adaptativa*, los llevan a perpetuarse en el tiempo. Dicho de forma más sucinta, la evolución es el cambio en las frecuencias génicas de una población (Dobzhansky et ál., 1983).

De esta forma cobra sentido el axioma de uno de los biólogos evolutivos más importantes de la historia, Theodosius Dobzhansky: “en biología nada tiene sentido si no se considera bajo el prisma de la evolución”. Y bajo la evidencia de que para que la evolución ocurra los individuos deben estar inmersos en una matriz de relaciones con otros individuos y con su medio físico, actualmente se puede decir que “en evolución nada tiene sentido si no se considera bajo el prisma de la ecología” (Gutiérrez, 1997); de tal manera que cobra sentido todo lo que se ha dicho y se responde la segunda parte de la pregunta, relacionada con la persistencia en el tiempo de las Unidades Taxonómicas Operativas.¹¹

11 Por el carácter del artículo no se hablará de otras formas o conceptos de evolución ni de otros mecanismos evolutivos, sólo se menciona el clásico de la teoría darviniana, pero el lector que desee saber más puede consultar los numerosos trabajos de M. Kimura acerca de los polimorfismos y de los procesos de fijación de alelos neutros; los trabajos de Gould, Niels y Eldredge acerca del equilibrio puntual, de los fenómenos macroevolutivos y en qué casos puede haber una mezcla de macro y microevolución. Dos revisiones actuales e interesantísimas de estos temas son las de Groombridge (2005) y la de Frankham, Brisco y Ballou (2002).

Historias de vida

Este será el último gran contenido de la ecología moderna que se tocará antes de hablar de biología de la conservación. Al igual que los tópicos tratados anteriormente, este tema crea confusión, incluso dentro de los biólogos. El término *historia de vida* se puede confundir con la idea de *ciclo de vida*. El ciclo de vida de un individuo es la serie de acontecimientos que progresivamente se suceden desde el nacimiento del individuo hasta su muerte, pueden describirse sus necesidades básicas para completar una fase de su desarrollo (estadio o *stanza*) y comenzar una nueva. Los individuos que no consiguen cerrar este ciclo no contribuyen al *acervo* genético de la población. No obstante, se deja de lado el requerimiento energético interno para que el desarrollo se lleve a cabo en cada instante del ciclo de vida; esto es, no se hace un balance de la distribución de la energía dentro del organismo para satisfacer sus necesidades de desarrollo, sólo se describen a grandes rasgos los requerimientos de hábitat para el crecimiento, la maduración y la reproducción.¹²

En el estudio de historias de vida es fundamental estimar la distribución del flujo de energía dentro de los individuos en cada etapa del desarrollo. La historia de vida sería, entonces, el conjunto de parámetros relacionados con los requerimientos y balances energéticos de un individuo desde su nacimiento hasta su muerte. Y que determinan su capacidad para *sobrevivir* y dejar *descendencia fértil*. La forma de realizar un estudio de los requerimientos energéticos de los individuos y la distribución de

energía dentro de su cuerpo es a través de estudios ecofisiológicos y bioenergéticos.

El balance de energía dentro de un organismo se cuantifica mediante la ecuación del flujo de energía estandarizada por el Programa Biológico Internacional, PBI (Klekowsky y Duncan, 1975):

$$C = P + R + F + U \quad \text{ecuación 3}$$

la cual parte de una síntesis de los principios termodinámicos (Wiegert, 1968):

$$DH_s = (H_1 - H_2) + (Q_1 - Q_2) + (W_1 - W_2) \quad \text{ecuación 4}$$

al equiparar ambas ecuaciones (3 y 4) y reconociendo por un lado, que los sistemas biológicos a grandes escalas de tiempo están en equilibrio térmico, se lleva Q_1 a una equivalencia matemática de cero; mientras que por otro lado, como termodinámicamente se reconoce que $(W_1 - W_2)$ está muy cerca del cero, por tanto $DW = 0$, y puede obviarse de la ecuación. Así queda que P equivale a DH_s ; $[C - (F + U)]$ equivale a $(H_1 - H_2)$; por último, $(Q_1 - Q_2)$ equivale a $[-R]$, de esta forma, la construcción de la ecuación del balance de energía del PBI queda:

$$P = [C - (F + U)] + [-R] \quad \text{ecuación 5}$$

donde: P es la energía canalizada para la producción de tejido, es decir, crecimiento somático;¹³ C es la energía consumida en el alimento; F es la energía que se pierde en las heces; U es la energía que se pierde en la excreción nitrogenada, como la orina; R es la energía canalizada al metabolismo;¹⁴ DH_s es el cambio de en-

12 Hay que enfatizar que *crecimiento* en biología hace referencia a la adquisición de nueva materia por parte del individuo; *tasa de crecimiento* es la velocidad a la cual se incrementa la masa del individuo; mientras que *desarrollo* es la progresiva diferenciación de cada parte (órgano, sistema o aparato) de un individuo que lo facultará para realizar cosas que antes no podía, de acuerdo con los diferentes estados de su historia de vida, por ejemplo, se diferencian las gónadas al madurar, para la reproducción (Smith, 1986). Aunque el crecimiento y el desarrollo se dan simultáneamente, el desarrollo se separa del crecimiento en que puede darse una diferenciación fisiológica en un intervalo amplio de clases de talla, por ejemplo, una población bajo estrés puede presentar precocidad (maduración a tallas inferiores de las promedio para la especie bajo condiciones normales), lo que detiene el crecimiento somático y hace parecer "enanos" a los individuos que la componen, con respecto a los individuos de poblaciones sin estrés (Gutiérrez y Montes, 1999).

13 Es frecuente que P se subdivide en Producción Somática y Producción de Gametos: $P = P_s + P_g$ (Prosser, 1995).

14 Asimismo, es frecuente que R se subdivide en metabolismo basal (R_b), metabolismo de rutina o estándar (R_s), metabolismo activo (R_a) y acción dinámica específica aparente (efecto conocido como *metabolismo alimentario* o *efecto calorigénico de los alimentos* (R_{ade}): $R = R_b + R_s + R_a + R_{ade}$ (Brett y Groves, 1995).

talpía general de un sistema; H_1 es la entalpía contenida en la materia que entra al sistema; H_2 es la entalpía contenida en la materia que sale del sistema; Q_1 es la energía calórica que entra al sistema; Q_2 es la energía calórica que sale del sistema; W_1 es el trabajo realizado en el sistema y W_2 es el trabajo que sale del sistema.

Al admitir, como mencionan Begon y Colin (2005) en su ya clásico libro de “*Ecología: de los individuos a las comunidades*”, que cada historia de vida es única y por tanto, específica, se acepta que la historia de vida de una determinada población o UTO está fijada, dentro de ciertos límites, en su genotipo. Este supuesto no significa que cada historia de vida sea inmutable, sino más bien, que evoluciona con el individuo —y por tanto con la población y en general con la UTO—, de ahí que pueda decirse que hay también cierta plasticidad en las historias de vida y que esta plasticidad está determinada por las relaciones de los individuos con su entorno natural. En otras palabras, las historias de vida de cada UTO están determinadas por los procesos evolutivos de la UTO —presión de selección—, y por las relaciones que los individuos han establecido con su ambiente externo —ecofisiología y bioenergética—.

El estudio de la historia de vida de las poblaciones para obtener patrones ecológicos debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos: tamaño máximo que alcanza un individuo promedio; tasa de crecimiento y desarrollo del individuo promedio de la población; reproducción (aspecto me-

dular para conocer la historia de vida de una especie); características del tejido somático de los individuos (este aspecto es crucial para conocer cómo se cuidará a la progenie, cuál puede ser la longevidad de un individuo, cómo afecta la dispersión la supervivencia de los individuos, etcétera) (Begon et ál., 2005).

Como la evolución biológica se fundamenta en la selección natural y en la reproducción diferencial de los individuos (esto es, cuánta descendencia fértil deja cada hembra, factor al cual se le denomina *adecuación biológica*, W)¹⁵ ya que individuo que no deje descendencia fértil no es contemplado en la evolución —mientras que la selección natural favorece a los individuos con mayor adecuación—, se hace necesario comprender el valor reproductivo de los individuos. Grosso modo puede decirse que el valor reproductivo es la suma de la descendencia actual más la descendencia potencial de un individuo, llamados técnicamente: *reproducción actual neta* y *valor reproductivo residual*, respectivamente. El valor reproductivo residual puede diferenciarse, a su vez, en la esperanza de supervivencia futura y en la esperanza futura de fecundidad (Williams, 1964).¹⁶

Tanto la tasa de supervivencia como la de mortalidad de los individuos de una población queda determinada en gran parte por las relaciones de competencia entre individuos de la misma especie, de especies diferentes y de sus relaciones con el ambiente natural, de tal forma que la asignación diferencial de recursos energéticos para sobrevivir una stanza requiere

15 Es interesante mencionar que el término *reproducción diferencial* está siendo sustituido en muchos libros de texto de biología por *optimización* o *maximización reproductiva*, lo cual, en ninguno de los casos, mantiene el significado original de la expresión; lo que es más, ni siquiera deberían ser sinónimos optimización y maximización, ya que bioenergéticamente y ecofisiológicamente son cosas distintas. Sahlins (1976) en una buena crítica que hace de la teoría sociobiológica explica que la alteración de términos, sin respetar el significado original de los mismos, simplemente por sustituirlos con las palabras que estén de moda en una época concreta, es una forma burda de capitalizar la biología en detrimento de su verdadero significado y epistemología: otro ejemplo: si antes se hablaba de la socialización de las teorías darvinistas, ahora se habla de capitalismo genético.

16 Hay que hacer notar que el valor reproductivo, descrito de manera formal, tiene su significado en las tablas de vida de cada población: $VR_x = \sum m_t$ (de lx_1 a lx_t) $(NT(x) / NT(t))$, donde m es la tasa de nacimiento, l es la probabilidad de que un individuo sobreviva a diferentes estados del desarrollo de x a t , NT es el tamaño de la población a diferentes tiempos —clases de edades— (Williams, 1964). Una tabla de vida en ecología es una forma concreta y sinóptica, a manera de cuadro o tabla, de representar cuantitativamente la mortalidad específica por edades de una población; las hay de tipo horizontal (por edad o cohorte) o vertical (a un tiempo o cohorte imaginaria) (Deevey, 1947). Aquí también cabe decir que *supervivencia* y *sobrevivencia* no son sinónimos en ecología. *Supervivencia* es la probabilidad de que un individuo llegue vivo a una edad preestablecida, y *sobrevivencia* no existe en español. Ahora bien, *sobrevivir* es la permanencia en el tiempo de un individuo después de un evento determinado.

en algunas ocasiones de compromisos fisiológicos —los cuales están también codificados genéticamente y modulados por la historia propia de cada individuo—. Un compromiso ecológico o *trade off* se presenta cuando hay una asignación excesiva de energía para determinada función en detrimento de otra función. Por ejemplo, en algunas aves es muy importante el color de las plumas, su tamaño y vistosidad, de tal manera que se asigna una excesiva cantidad de energía para desplegar estos atributos; empero, se descuida el comportamiento precavido, los mecanismos de defensa y sistemas sensoriales que debe tener un ave para no ser depredada. Aquí, al igual que lo escrito con relación al costo energético de ser una especie plástica, adaptativamente hablando, y del costo ecofisiológico de la diversidad biológica, se considera que el compromiso ecológico trae un costo ecológico muy fuerte y es el de designar muchos recursos para obtener éxito reproductivo a expensas de perder la vida (Pedraza et ál., 2004).

Orellana (1999) hace una síntesis de cómo los compromisos ecológicos pueden verse representados en la naturaleza a través de las estrategias ecológicas de selección de historia de vida. Menciona este autor que las comunidades están moldeadas por procesos de desorganización, limitativos y organizativos; las perturbaciones antrópicas forman parte de los procesos de desorganización; las interacciones entre poblaciones son un ejemplo de procesos limitativos; mientras que como ejemplo de proceso organizativo pueden considerarse las estrategias

adaptativas, ya que son el conjunto de características fenotípicas y fisiológicas que se desarrollan como respuesta a los cambios ambientales.¹⁷

Así, puede decirse que otra regularidad de la naturaleza es que se han detectado, hasta el momento, pocos modelos de estrategias de adaptación, siendo los más estudiados el de MacArthur y Wilson (1967) denominado estrategia *r* y *k*; el denominado C-S-R de Grime (1977); el modelo de estadística multivariante con atributos ecológicos de Herrera (1984) y finalmente el del empobrecimiento de los recursos, escrito por Taylor y Col (1990). Aunque no hay absolutos, ya que las posiciones de las poblaciones frente a los cambios ambientales no son radicales, todavía el modelo más utilizado por la mayoría de los ecólogos es el modelo que divide a toda la biota sobre la tierra en dos formas de entender la vida, llamadas estrategias *r* y *k*.

Las especies pertenecientes al grupo de estrategias *r* se caracterizan a grandes rasgos por tener una alta tasa de crecimiento, alta tasa de reproducción, ser oportunistas, vivir poco tiempo (un año o dos como mucho), poco competitivas; las especies estrategias *k* son iteróparas en su mayoría, longevas, más específicas en su hábitat, más férreas en sus interacciones competitivas, dominan las etapas medias y finales en la sucesión ecológica. El origen del modelo de estas estrategias es el modelo de crecimiento de poblaciones de Verhulst (1838), denominado genéricamente *logístico*.¹⁸

17 Es importante señalar que con las tendencias actuales de gestión de recursos naturales se va cambiando el paradigma del siglo xx acerca de cómo realizar su manejo dentro de las áreas naturales protegidas (ANP). De esta forma se está transitando de unas directrices que propicien la integración hacia unas líneas de trabajo que fomenten el holismo. Savory (2005) defiende la postura holista, mientras que Wilson (2007) defiende la integral bajo el concepto de conciliencia. Gutiérrez-Yurrita (2009) sostiene que las posturas no son antagónicas, sino complementarias y menciona ejemplos concretos para llevar una política administrativa de ANP donde ambas posturas tengan cabida en lo que denomina el Holismo de la tercera cultura, el cual es más próximo a la corriente de los rizomas que a la del holismo tradicional.

18 Como las poblaciones rara vez se encuentran en condiciones óptimas o excelentes respecto a su entorno (alimento, refugio, parejas, etc.) al belga Pierre F. Verhulst (1838) se le ocurrió pensar que su crecimiento debía ser limitado. Así que, partiendo de la ecuación $Nt = Nt-1 + dN/dt$ e introduciendo la limitante (*K*), obtuvo $dN/dt = rN [(1-(N/K))]$, que resuelto queda: $Nt = No * K / No + (k-No) e^{-r t}$. En esencia, esta ecuación dice que el número de individuos de una población en un tiempo dado es la suma de los individuos que están presentes, más los que nacen (*r*), más los que llegan, menos los que mueren (*m*), menos los que se van; como los que llegan y los que se van son casi los mismos números, se eliminan estos términos para simplificar la ecuación; ahora bien, como se tiene que las tasas de nacimiento y mortalidad pueden variar instantáneamente, se realizan como una función derivada en el tiempo (dN/dT) siendo la forma más corriente de resolver la ecuación usando el logaritmo neperiano. El término *K*, o limitante del crecimiento introducido por Verhulst afecta directamente rN , de forma similar a como afecta la constante *K* introducida al crecimiento en la ecuación 2.

Una ampliación del modelo de MacArthur-Wilson (1967) es el desarrollado por Grime (1977), donde trata de reflejar en mayor medida las relaciones funcionales de las poblaciones y cómo se ajustan a las fluctuaciones del medio: Altamente competitivas (C); Resistentes al estrés (S); Tolerantes a las perturbaciones ruderales (R).

Al igual que en el modelo r y k tampoco hay absolutos, de tal forma que las combinaciones son interesantes desde una perspectiva ecológica: *Competitivas-Ruderales* (CR): bajo índice de restricción y competencia moderada; *Resistente al estrés –Ruderales* (SR): están en hábitats improductivos, ligeramente alterados; *Competitivas – Resistentes al estrés* (CS): se localizan en hábitats poco perturbados o degradados (figura 4).

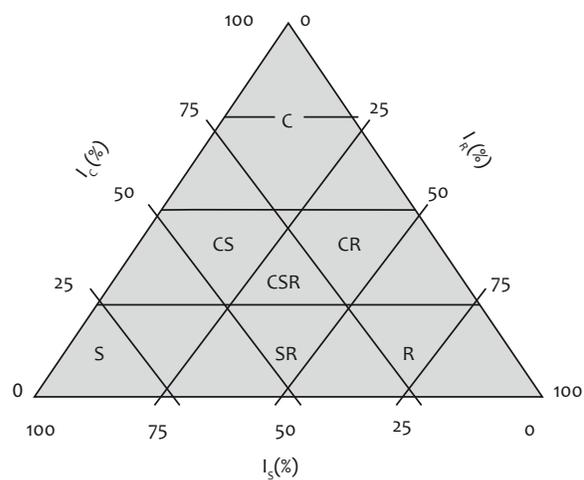


Figura 4. Diagrama teórico de las relaciones funcionales de especies que presentan estrategias de vida con características combinadas de las especies altamente competitivas (C), de las resistentes al estrés (S) y de las tolerantes a perturbaciones (R), modificado de Grime (36).

Tanto las estrategias de historia de vida como los modelos de crecimiento de poblaciones indican que en la naturaleza hay una capacidad de carga, tanto para el número de especies que puede soportar un ecosistema como para el número de individuos que pueden existir en cada población

(de esta regularidad ya se habló en la sección precedente). La teoría más aceptada por los biólogos para predecir cómo se comportará un ecosistema determinado en término de número de especies que puede soportar se denominó originalmente como *biogeografía de islas* o *modelo de balance insular* por sus proponentes MacArthur y Wilson (1967); posteriormente Smith (1986) propuso que se nombrara *ecología insular*.

La particularidad de la ecología insular radica en que menciona que el número de especies que pueden estar en un ecosistema determinado (isla) está en función del balance entre las inmigraciones y las extinciones. Y que las tasas de éstas dependen del tamaño de la isla y de la distancia entre islas (o ecosistemas similares). En la figura 5 se muestra la representación clásica de tal teoría. Esta teoría es el pilar de la actual conceptualización para la conservación biológica, de forma concreta, para el diseño de ANP y sus directrices de gestión.

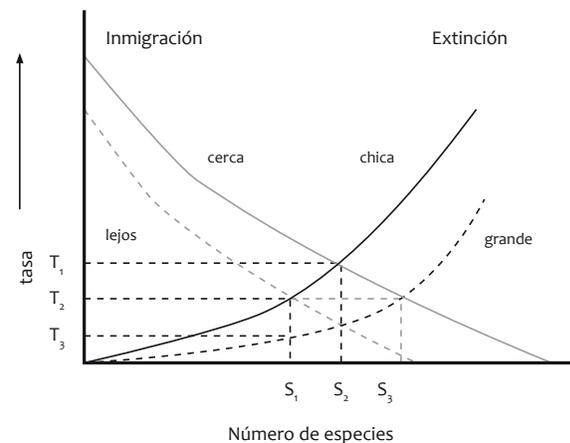


Figura 5. De acuerdo con el modelo del balance de poblaciones de islas de MacArthur y Wilson (35), islas cercanas a tierra firme tienen mayor tasa de inmigración que islas lejanas; por otro lado, la tasa de extinción es mayor en islas pequeñas que en grandes. El balance se alcanza mejor en islas grandes que en pequeñas si éstas están a la misma distancia de tierra firme. La mayor tasa de recambio de poblaciones se da en islas pequeñas cerca de tierra firme; lo contrario se da en islas grandes alejadas de tierra firme.

Las áreas protegidas pueden verse como islas circunscritas por paisajes intervenidos, en donde las poblaciones y procesos biológicos también quedan atrapados dentro del área —la principal diferencia entre un área protegida y una isla es que la matriz que rodea a la primera tiene un ensamblaje distinto de flora y fauna que puede interactuar con el del área; mientras que el agua que rodea a la isla geográfica no lo hace—; de esta forma, cobra sentido la afirmación del asesor de la UICN¹⁹ William Douglas, cuando dice que las áreas protegidas o reservas sólo son una parte de todo el paisaje y que si se enfoca la conservación sólo en éstas se pierden muchas oportunidades para la conservación biológica. De esta forma, la UICN propone incluir la matriz del paisaje en las estrategias de conservación y planificación de las ANP mediante una serie de corredores ecológicos (UICN, 2004).

BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Fundamentos

La idea central de la conservación biológica, a partir de preceptos económicos, hace referencia a la protección y utilización racional de los recursos²⁰ del planeta, manteniendo la diversidad de los ecosistemas, especies y genes, así como los procesos evolutivos. Comprende, por tanto, el aprovechamiento inteligente de ciertas áreas o poblaciones biológicas; implica, además, un vasto intervalo de actividades que van desde la protección extrema que prohíbe toda clase de actividad humana (*preservación*), hasta formas innovadoras de aprove-

chamiento consuntivo (para llegar a la *sustentabilidad*).²¹ La sustentabilidad se coloca, entonces, en el centro de la mira de la biología de la conservación así como del derecho ambiental como uno de los principios que ayudarían a la gobernanza de las naciones y como factor que dará coherencia a otros principios *iusambientalistas* del derecho internacional, por ejemplo.²²

Las diversas tecnologías desarrolladas para la conservación biológica están enfocadas al manejo de áreas naturales protegidas y a la preservación de la vida en bancos de genes. La conservación biológica debe conllevar en sus estrategias de trabajo planes específicos para:

- Mejorar la gestión ambiental mediante cambios en las políticas locales, regionales y mundiales.
- Elaborar programas de gestión integral de los distintos usos de suelo.
- Proteger especies, hábitats y procesos ecológicos.
- Evitar la introducción y translocación de especies y controlar las especies naturalizadas e invasoras.
- La conservación *in situ* (áreas naturales protegidas) y *ex situ* (zoológicos, bancos de genes, etc.).
- El control de la polución y/o contaminación.
- Transitar del modelo actual de desarrollo hacia la sustentabilidad.
- Desarrollar programas de mundialización frente a globalización.
- Forjar un sistema internacional de gestión integral de áreas naturales protegidas transfronterizas, bajo el esquema ecosistémico de cuencas hidrográficas conectadas en red y ecología compleja.

19 UICN por sus siglas Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, aunque a partir de la reunión cuatrianual de 1990, realizada en Australia, se denomina Unión Mundial para la Naturaleza, pero mantiene las mismas siglas y nombre legal. Esta Organización ha desplegado una clasificación operativa acerca de las categorías de protección de las áreas naturales que se sigue utilizando actualmente por la mayoría de los países firmantes de los convenios de NU dentro del programa PNUMA (UICN, 1990).

20 En economía se habla de recursos naturales cuando se tiene en mente obtener provecho de la estructura ecológica de un ecosistema.

21 En la actualidad se toma al desarrollo sustentable como un camino para alcanzar la sustentabilidad; por tanto, lo que prima en todo proceso responsable de utilización de recursos es la sustentabilidad regional (Bosselmann, 2008).

22 En los últimos cinco años se ha cambiado radicalmente la doctrina del llamado *derecho ambiental* para hacer de esta disciplina del derecho administrativo un instrumento de política ambiental más eficaz. Se ha pasado de tener un derecho suave a código *iusambiental* más preventivo y precautorio que reactivo, más voluntario y reflexivo que de comando-control; así, se tiene que ahora deben realizarse estudios de evaluación estratégica del paisaje además de los ya clásicos de impacto ambiental. La tipificación de delitos ambientales ya está muy avanzada así como la responsabilidad civil por daño ambiental y la ecojusticia.

- Promover la equidad social en el uso de los recursos naturales, así como otorgar poder real a la mujer.

Un aspecto medular de la conservación biológica es dejar claro el papel que juega el ambiente natural en la vida cotidiana de la gente y cómo debe cuidarse la naturaleza. Así, se deben elaborar documentos que de forma simple le presente a la ciudadanía civil qué es la naturaleza, qué nos ofrece y cómo debemos cuidarla para que la calidad de los servicios que ofrece no merme, lo mismo que su cantidad; otros documentos deben contener fichas técnicas sobre ecología, biología, sistemática, economía, etc. de tal forma que el gestor o tomador de decisiones pueda elaborar estrategias administrativas públicas o privadas —según sea el caso— con fundamento técnico y bajo una base, hasta donde la ciencia pueda asegurar como adecuada, para la preservación de los procesos ecológicos y evolutivos de los sistemas naturales; desarrollar documentos técnicos encaminados a la elaboración y mejoramiento de las legislaciones vigentes en materia de *derecho ambiental*, de tal forma que éstas se encaminen hacia la conservación de la naturaleza y no a cuidar a la naturaleza para que no haya repercusiones negativas en el hombre, *i. e.*: la mayoría de las leyes que se redactaban se enfocaron en prevenir la contaminación por sus efectos negativos en la salud humana, tocando de soslayo el daño real que puede ocasionar en un proceso ecológico. A manera de ilustración puede decirse que no se protege en sí el proceso ecológico, sino los intereses del hombre sobre la naturaleza. Proteger un proceso ecológico es cuidar que continúe la vida y que siga fluyendo la energía y el curso de la evolución, en esencia, es velar por el buen funcionamiento del ecosistema.²³

23 Un proceso ecológico es, por ejemplo: la polinización de los agaves por los murciélagos. Y su protección implica proteger las especies vegetales y faunísticas involucradas directamente; si ninguna especie involucrada es considerada perjudicial para el hombre o es utilizada con fines comerciales se reducen los conflictos. Además habría que conservar los factores ambientales del medio físico que permiten la polinización y velar porque otras actividades humanas no interfieran con ellos, es decir, habría que mantener la humedad relativa y la temperatura ambiental necesaria para el proceso durante el pico reproductivo de las especies de agaves, etc. En tercer lugar habría que cuidar también los lugares potenciales para que se desarrolle la descendencia de las plantas polinizadas y los refugios de los murciélagos polinizadores, junto con toda su historia de vida (cuidar otras plantas que también son utilizadas nutrimentalmente por los murciélagos, evitar introducción de especies que pueden afectar el desarrollo de poblaciones de los murciélagos, etcétera).

En síntesis, para cubrir este aspecto debe desglosarse toda una política nueva de educación y concientización ambiental a diferentes niveles y escalas de tal forma que se reduzcan los potenciadores de la extinción (figura 6).



Figura 6. Elementos interactuantes que pueden llevar a las especies a la extinción, por causas naturales, antropogénicas o ambas en conjunto, modificado de López (42).

Los principales cambios en las políticas deben estar encaminados a promover grupos multidisciplinarios de trabajo que abarquen distintos puntos del uso de la tierra (agricultura, urbanismo,...) y dependencias públicas (comunicaciones, medio ambiente,...). Debe tratar de unir los beneficios de la conservación a los beneficios de una economía rural e identificar los conflictos entre los usos tradicionales de los recursos y las estrategias de conservación proyectadas. Asimismo, deberá formular nuevas legislaciones donde se tome en cuenta la participación de todos los grupos interesados y/o afectados por dicha normatividad.

Factor de riesgo	Escala de tiempo proporcional
Declinación de la población	$-(\ln N)/r$
Modelo estocástico ambiental de declinación	$N^{2/Na+1}$
Modelo estocástico demográfico de declinación	$(1/N)e^{2N\sigma^2 t}$
Fijación de nuevas mutaciones	$Ne^{rt} - 2$

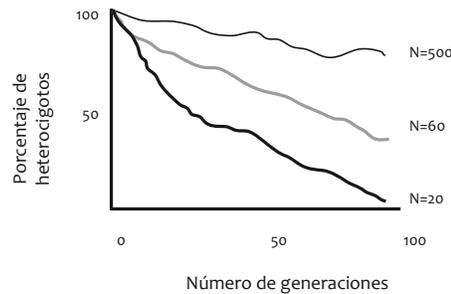


Figura 7. Tasa de pérdida de variabilidad genética y su consecuencia en el tamaño de una población. La ecuación que relaciona las curvas de la figura es: $F = 1/2N$; siendo N el tamaño de la población en términos numéricos de individuos, modificada de Boitani y Fuller (43).

Es importante señalar que las políticas y normativas ya establecidas no deben aplicarse a un lugar distinto al de su elaboración, a menos que se le hagan los ajustes necesarios, con estudios ecológicos y económico-sociales previos. De igual forma, deberán desarrollarse directrices generales para la gestión racional de los recursos y, si es necesario, se deben incorporar políticas internacionales para una eficaz gestión y desarrollo sustentable.

Dentro de las acciones para la conservación de las poblaciones biológicas cabe resaltar el número mínimo de efectivos en una población para que ésta pueda continuar con su existencia y evolución natural. La teoría del balance insular de MacArthur y Wilson (1967) llevada al plano formal ha hecho que los teóricos realicen curvas de pérdida de variabilidad genética por disminución de efectivos²⁴ y endoga-

mia, de tal forma que se espera que una población de 20 individuos desaparezca en aproximadamente 100 generaciones (figura 7).

Hay que señalar que parte importante de la dinámica de poblaciones en la teoría del balance insular que se utiliza como modelo para la conservación biológica, en el sentido de que ayuda a diseñar las áreas naturales protegidas, es lo que la UICN (1986) denomina *efecto de rescate*. Este efecto se relaciona con la idea ecológica de metapoblaciones, es decir, una UTO que tiene varias poblaciones regionales, separadas unas de otras por la fragmentación del hábitat, pero que en algún momento pueden tener comunicación —si hay conectividad y permeabilidad de hábitats—, y esta comunicación puede favorecerse mediante la generación de corredores ecológicos.²⁵ De hecho, se piensa que una población que

24 El término *efectivos* en ecología hace referencia a los individuos que pertenecen a una población y tienen potencialidad para reproducirse y dejar descendencia fértil.

25 Los corredores ecológicos son un instrumento útil para la implementación de los diferentes Programas de Trabajo en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en el sentido de que a raíz de la propuesta de la World Wildlife Foundation de dividir el mundo en ecorregiones, se haría indispensable conectar las ANP entre sí para asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de ecosistemas, especies y genes (Abell, Olson et ál., 2000). Los proyectos de corredores ecológicos pretenden cambiar del paradigma de reservas biológicas y áreas protegidas, a escala nacional y subnacional, a corredores ecológicos, a escala de paisaje (UICN, 2004). El buen diseño de los corredores ecológicos permite maximizar la representación de diferentes regiones biogeográficas y conectar ecosistemas de tal forma que sean permeables y pueda tener éxito el concepto de *metapoblación* (Bennett, 1998).

puede servir como *fuelle* para las áreas en donde una población local esté declinando o ya se haya extinguido —estas áreas son conocidas como *piletas* y la población fuente es la que realiza el rescate—.

Existen dos modelos de metapoblaciones que son relevantes para la conservación:

- **Núcleo-satélite:** se basa en la existencia de una gran población núcleo que provee de colonizadores a las poblaciones locales que la rodean —las cuales varían en tamaño y grado de aislamiento—. En este modelo, el núcleo casi nunca se extingue, pero las extinciones locales y la recolonización suceden con frecuencia en los satélites.
- **Poblaciones en parche:** asume un conjunto de poblaciones locales aisladas que tienen posibilidades finitas de extinción. El tamaño de cada población y el arreglo espacial de este juego de poblaciones son los principales determinantes de las tasas de colonización y extinción, y de ahí de la dinámica y distribución de las poblaciones en el ámbito regional.

En la figura 8 se aprecia el efecto del manejo de áreas naturales protegidas bajo la perspectiva de la

ecología insular de acuerdo con la propuesta de Harris (1984), la cual establece que para enfrentar las dinámicas de poblaciones de áreas fragmentadas, se debe tomar en cuenta la gestión a un nivel de paisaje; pero en caso de no poder disponer de un paisaje debe buscarse la forma de conectar dos o más áreas naturales protegidas mediante corredores (sistema interconectado en red de núcleos de conservación) (Gutiérrez-Yurrita, 2007). Así se pueden conservar a las especies en peligro, asegurar el flujo genético y los procesos ecológicos y evolutivos asociados.

Si se quiere maximizar la diversidad de las poblaciones biológicas se requiere maximizar la interacción entre ellas. De esta manera, la tasa de colonización incrementará y la tasa de extinción disminuirá, de tal forma que se logrará conservar un número mayor de especies y procesos ecológicos. Esta visión de gestión paisajística cobró fuerza durante los 90 bajo el nombre de *gestión integrada de cuencas con enfoque ecosistémico* y ha derivado en estos últimos años en la gestión adaptativa bajo la perspectiva de la ecología integral en red.

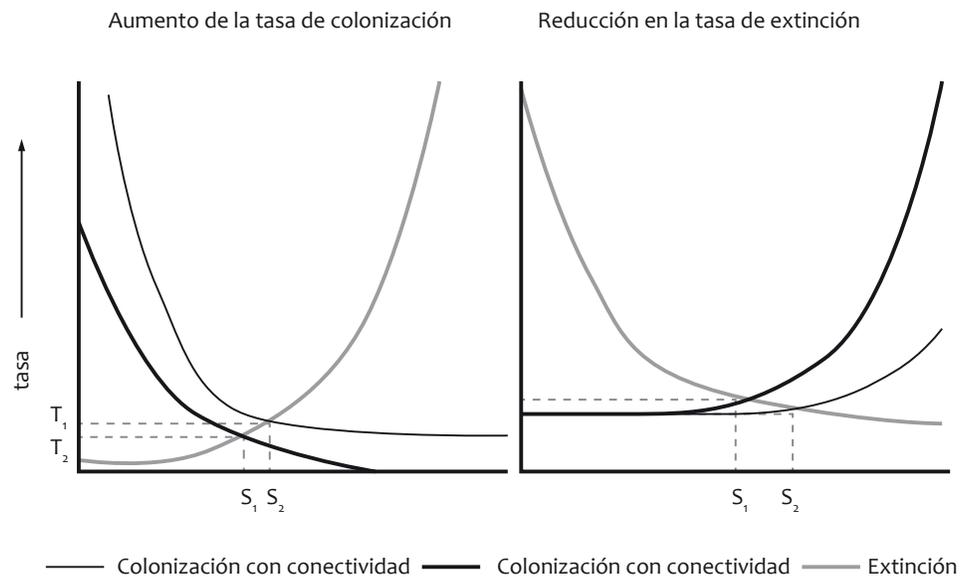


Figura 8. Diagrama teórico de cómo respondería una población manejada bajo condiciones de áreas naturales aisladas y con corredores ecológicos, adaptado de Harris (44).

RELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS DEL TRINOMIO ECOLOGÍA-BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN-ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Elementos de ecología

La regularidad ecológica, dentro de la vasta complejidad y tendencia termodinámica al caos de los sistemas, ha permitido que la vida en la tierra haya adquirido diferentes formas de expresión y grados de especialización. Las complejas interacciones que se forman entre los genes y entre estos y el entorno natural propician que el genotipo de un organismo no especifique su fenotipo, sino más bien, que marque un margen de fenotipos posibles, o margen de reacción del genotipo (el cual no es otra cosa que los límites ecofisiológicos para que un individuo realice en condiciones óptimas la diferente asignación energética de funciones durante su historia de vida). Bajo esta premisa, la evolución es, en sentido amplio, un proceso aleatorio de generación de genotipos a través de la selección natural.

Las condiciones de selección natural dependen del nicho ecológico de las poblaciones, de la saturación de UTO en cada sistema y de la conectividad del ecosistema (interacciones²⁶ de los individuos entre y dentro de cada especie). Así pues, tanto el fenotipo ligado al genotipo como la fisiología de los individuos ligada a reacciones bioquímicas codificadas también genéticamente y la etología de cada individuo dentro de una población dependen del medio en donde se produce el desarrollo de cada individuo.²⁷ La regularidad y complejidad de la biosfera

requieren de una descripción de tipo jerárquico en la que un conjunto complejo se subdivide en varios conjuntos, que separadamente son más simples, pero que no pueden entenderse si no se contextualizan con los otros niveles jerárquicos del sistema.

Conservación biológica

La biología de la conservación, como se ha explicado en esta introducción a los ACV, representa la aplicación directa de la teoría ecológica en pro del uso permanente de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas, llamados en genérico, *recursos naturales* y *servicios ambientales*, respectivamente. Mientras que la *conservación biológica* es llevar a la práctica la teoría desarrollada en la biología de la conservación.

Durante las tres últimas décadas esta disciplina ha avanzado mucho en su forma de desarrollar programas y estrategias de gestión de la naturaleza a diversos niveles de actuación, con paisajes interconectados o no, con especies bandera o sin ellas, con corredores ecológicos permeables o sin conectividad, y así con un largo etcétera de variantes.

Los paradigmas que más aporte conceptual han dado a la biología de la conservación son el ecosistémico, el biocéntrico e indudablemente, el holista.²⁸ No obstante, recientemente ha cobrado fuerza el paradigma de las tres ecologías de Guattari (2000), en donde la ecología funcional junto con la ecología social y la ecología emocional conjugan una relación lejos de la homogeneidad y, tendiente hacia la diferenciación. De esta manera la síntesis conceptual

26 Aunque las interacciones ecológicas son en sí un tema muy extenso que no se pretende desarrollar en este artículo, sí es importante mencionar que en ecología se entiende por *interacciones* a las relaciones entre individuos que corresponden a combinaciones positivas (+), negativas (-) y neutras (0), para generar nueve tipos: neutralismo (0,0); competencia directa y competencia indirecta (-,-); amensalismo (-,0); parasitismo y depredación (+,-); comensalismo (+,0); proto-cooperación y mutualismo (+,+) (Odum, 1986). Hay tres principios básicos en estas relaciones: 1. las interacciones negativas predominan en comunidades pioneras o perturbadas (estrategia r); 2. la interacción negativa se reduce al evolucionar y, al desarrollarse el ecosistema crecen las positivas; 3. las relaciones nuevas son más severas y negativas que las antiguas (Begon et ál., 2005).

27 Es interesante señalar que la relación genotipo-fenotipo es unidireccional, esto es, una vez que la secuencia de nucleótidos del ADN sea transcrita a ARN y que para el caso de los genes estructurales, traducida a proteínas, no hay forma de cambiar esa síntesis de proteína y siempre aparecerá en el fenotipo la característica codificada.

28 En esta parte del texto nos referimos al holismo como una corriente de pensamiento que aglutina diversos paradigmas, como los de consiliencia, ecología compleja, ecología profunda, holismo de la tercera cultura y manejo holístico, por mencionar los más comunes.

propuesta en la teoría de la conciliencia de Wilson (1999), e incluso en la del Holismo de Smuts (1973), no tiene cabida. En las tres ecologías se propone una teoría que hace énfasis en las diferencias entre sistemas sociales, naturales y emocionales, debido a que estos se encuentran ensamblados unos con otros creando multiplicidades; este concepto es denominado *estructuras rizomáticas* (Deleuze y Guattari, 1976).²⁹

Las herramientas que más aporte técnico han brindado a la biología de la conservación son las relacionadas con la restauración ecológica, rehabilitación de ecosistemas, redirección de ciertos procesos ecológicos y revegetación, por mencionar los más utilizados. La gestión integral de microcuencas aunada a las técnicas de la gestión adaptativa y participativa han sido de ayuda para resolver dilemas centrales entre el uso de los recursos bióticos o abióticos, para dar salida económica a comunidades marginadas y para la preservación de ciertas especies decretadas en peligro de extinción, amenazadas, vulnerables o la conservación de procesos ecológicos clave para mantener la capacidad de resiliencia del ecosistema. Mención aparte merece el manejo de las áreas naturales protegidas, ya que este capítulo de las políticas públicas ambientales es probablemente el más adelantado en conceptualización, pero al mismo tiempo, el más difícil de implementar.

El manejo holístico ha permeado en muy pocas sociedades, y todavía es visto como un anatema para el desarrollo de las comunidades más desfavorecidas social y económicamente, por tanto que les limitan el uso de sus recursos naturales. Aquí es donde la ayuda de los tratados internacionales y los avances en el derecho ambiental pueden dar más sus frutos. Convenios específicos para que las comunidades con más dinero apoyen sistemas productivos más armoniosos y respetuosos con la naturaleza adyacente y con la estructura ecológica

que utilizan como materia prima las comunidades rezagadas, ya pueden signarse con cierta seguridad de que el apoyo económico y tecnológico llegará a quien lo necesita, por estar bajo la tutela del derecho administrativo internacional y los tratados vinculantes que cada país parte del convenio acepta.

Análisis de ciclo de vida

El análisis de ciclo de vida (ACV) puede verse en términos genéricos como un método de valoración para conocer los efectos sobre los distintos elementos estructurales y funcionales del ambiente de un producto específico o servicio durante toda su vida útil, de reuso, reciclada y de desecho total (SETAC). Hace referencia al conjunto de entradas, salidas y de las actividades implicadas en la producción, en el consumo/uso y en el desecho del producto considerado, desde la extracción de la materia prima del cual se constituye hasta su desecho final (Sabela, 2010). La figura 9 es un diagrama sinóptico de esta disciplina.

La definición aceptada de ACV es la consensuada en la ISO 14040:

Es un procedimiento objetivo de valoración de las cargas energéticas y ambientales relativas a un proceso o una actividad, efectuado a través de la identificación de la energía, de los materiales usados y de los desechos vertidos al ambiente. La valoración incluye el ciclo de vida completo del proceso o la actividad, comprendiendo la extracción y el tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, la reutilización, el reciclaje y el vertido final (SETAC).

Bajo esta perspectiva el ACV nace del derecho internacional y está normado por él mismo bajo una norma de estandarización de protocolos y calidades ISO 14040. Su justificación política se enarbola

²⁹ El término *estructuras rizomáticas* hace referencia a que lo que ocurre en la naturaleza son estructuras de crecimiento indefinidas o sistemas horizontales holárquicos en donde de un nodo surgen varias líneas de crecimiento o raíces sin que por ello estén subordinadas a un eje de mayor jerarquía; de esta forma, cualquier elemento puede incidir en cualquier otro elemento.

en la Declaración de Malmö, Suiza (Naciones Unidas, 2000):³⁰

Es interesante señalar que el ACV se concibe como una metodología, no como un instrumento del derecho ambiental, y que posee como meta ayudar a combatir los grandes retos del milenio en cuanto a

ejes temáticos propuestos por la Organización de las Naciones Unidas:

- Revertir el cambio climático global.
- Detener la desertización y desertificación, así como los procesos de erosión edáfica.
- Detener la pérdida de la biodiversidad.

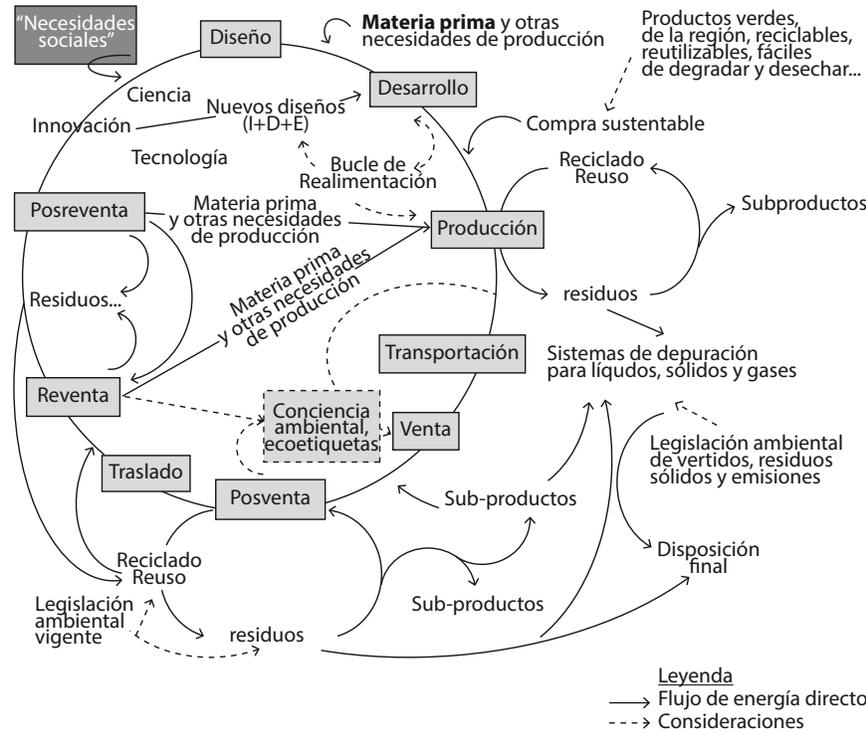


Figura 9. Diagrama sinóptico del concepto de ACV (elaboración propia).

El referente anterior nos deja clara la estrecha relación entre una metodología empleada para realizar ACV y los elementos de ecología y conservación biológica reseñados, ya que no es posible entender un proceso productivo o de servicios que impliquen los recursos naturales si no se conocen los elementos básicos del funcionamiento de la naturaleza y su relación con el hombre.

La transición del esquema actual de producción hacia uno que permita la sustentabilidad regional sólo puede realizarse con una aproximación holística, integral, adaptativa y participativa de todas las partes involucradas en los procesos productivos o de servicios.

30 El argumento de la Declaratoria de Malmö dice lo siguiente para justificar la gestación del ACV y de otros procedimientos para mitigar los problemas ambientales que enfrenta nuestra sociedad: “Las amenazas ambientales derivadas de las crecientes tendencias de urbanización y el desarrollo de las megalópolis, los severos riesgos del cambio climático, la crítica situación del agua dulce y sus consecuencias para la seguridad alimenticia y el medio ambiental, la explotación insostenible y el agotamiento de los recursos biológicos, la sequía y la desertificación, la deforestación incontrolada, la frecuencia de las emergencias ambientales, los químicos peligrosos y sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiental y las fuentes de contaminación procedentes de actividades terrestres...”.

Los temas tratados en este capítulo permiten ver notoriamente el conocimiento que se tiene del funcionamiento del medio natural y su relación con las actividades humanas, pero sobre todo dejan al descubierto la gran ignorancia que todavía se tiene sobre cómo gestionar los recursos naturales, máxime cuando se trata de un manejo bajo el paradigma rizoma.

Quedan al descubierto, de igual forma, los grandes retos que se deben resolver para lograr una transición armoniosa del actual sistema de producción, economía, estilo de vida, etc. para alcanzar la sustentabilidad regional. Y finalmente, estos temas dejan ver en dónde falla todavía la teoría ecológica.³¹

CONCLUSIONES

El análisis de ciclo de vida es un estudio analítico de todas las etapas del proceso de producción o de servicios ofrecidos, de un determinado producto desde su inicio hasta su fin, dando especial importancia en la evaluación de los efectos del producto o servicio sobre el medio ambiental.

Los procedimientos que se siguen para realizar un ACV se localizan en las normas ISO-serie-14040. Y en México, concretamente, están regulados por la normativa mexicana NMX-SAA-14040-IMNC-2008.

La teoría ecológica procede de un conocimiento del medio ambiental, social y económico con alta dosis de incertidumbre, por lo cual se convierte en una especie de ciencia incierta en la cual sólo se reconocen ciertos patrones de funcionamiento, que son los que la hacen predecible dentro de aceptables intervalos de confianza.

El estudio de la ecología debe ser flexible y conllevar una actitud mental abierta para ir colocando

más datos (según el mejoramiento técnico y enriquecimiento conceptual con el paso del tiempo), que generen nuevos significados de la naturaleza, de tal forma que ésta siga siendo comprensible.

La relación entre una metodología empleada para realizar ACV y los elementos de ecología ecosistémica de cara a la conservación biológica es inseparable ya que no es posible entender un proceso productivo o de servicios que impliquen los recursos naturales u otros impactos ambientales, si no se conocen los elementos básicos del funcionamiento de la naturaleza y su relación con el hombre.

La transición del esquema actual de producción hacia uno que permita la sustentabilidad regional sólo puede realizarse con una aproximación holística, integral, adaptativa y participativa de todas las partes involucradas en los procesos productivos o de servicios.

FUENTES CONSULTADAS

- Abell, R. A.; Olson, D.M.; Dinerstein, E.; Hurley, P. T.; Diggs, J. T.; Eichbaum, W.; Walters, S.; Wetten- gel, W.; Allnutt, T.; Loucks, C. y Hedao, P. (2000). *Freshwater Ecoregions of North America. A Conservation Assessment*, Island Press, Washington.
- Allen T. F. H. y T. Hoekstra (1992). *Toward an Unified Ecology*, Columbia University Press, EUA.
- Begon, M. y M. Mortimer (1981). *Population Ecology. A Unify Study of Animals and Plants*, Blackwell Sci. Pub, Londres.
- Begon, M., C. Townsend y J. Harper (2005). *Ecology. from Individuals to Ecosystems*, 4ª ed, Blackwell Synergy, Reino Unido.
- Bennett, A. F. (1998). *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*, IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.

31 Por ejemplo: aunque se conecten áreas naturales protegidas ¿cuál es el efecto borde de los corredores? ¿si se sabe qué y cómo conservar, por qué se vienen abajo los Parque Nacionales y se pierde biodiversidad a nivel mundial?; las zonas decretadas como puntos calientes -hot spots- ¿realmente son las más propicias para la conservación cuando hay que decidir entre representatividad y representación paisajística? Bajo una política conservacionista a nivel de genes ¿qué debería ponderarse más, los sitios de endemismos o los sitios de radiación adaptativa? Todas estas preguntas son difíciles de contestar y, sobre todo, conciliar con el desarrollo económico y social de las naciones.

- Boitani, L. y T. K. Fuller (2000). *Research Techniques in Animal Ecology. Controversies and Consequences*, Columbia University Press, Nueva York.
- Bosselmann, K. (2008). *The Principle of Sustainability. Transforming Law and Governance*, Ashgate, Nueva Zelanda.
- Brett, J. R. y T. D. D. Groves (1979). "Physiological energetics", en: *Fish Physiology*, Vol. VIII, Hoar (Ed.), Academic Press, EUA.
- Capuz-Rizo y T. Gómez-Navarro (2004). *Ecodiseño*, Alfaomega, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Deevey, E. S. (1947). "Life Tables for Natural Populations of Animals", *Quarterly Reviews in Biology*, 22: 283-314.
- Deleuze, G. y Guattari, F. (1976). *Mille Plateaux*, Les Editions de Minuit, París.
- DeWitt T. J., A. Sih y D. S. Wilson (1998). "Costs and Limits of Phenotypic Plasticity", *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 77-81.
- Dobzhansky, T.; F. Ayala; G. L. Stebbins y J. W. Valentine (1983). *Evolución*, Omega, España.
- Eldredge, N. y J. Cracraft (1980). *Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process. Method and Theory in Comparative Biology*, Columbia University Press, Nueva York.
- Frankham, Brisco y Ballou (2002). *Introduction to Conservation Genetics*, Cambridge University Press, Londres.
- Gause, G. F. (1932). "Ecology of populations", *Quart. Rev. Biol.*, 7: 27-46.
- Gibson, C. C., E. Ostrom y T. K. Ahn (2000). "The Concept of Scale and the Human Dimensions of Global Change: a Survey", *Ecological Economics*, 32: 217-239.
- Grime, J. P. (1977). *Estrategias de adaptación de las plantas*, Limusa, México.
- Groombridge, J. (2005). *Evolutionary genetics and conservation*, Kent University Press, EUA.
- Guattari, F. (2000). *The Three Ecologies*, The Athlone Press, Londres.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J. (1997). *El papel ecológico del cangrejo rojo (Procambarus clarkii)*, en el Parque Nacional de Doñana. Una perspectiva ecofisiológica y bioenergética, Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, España.
- _____ (2000). "Reflexiones sobre la gestión de los cuerpos de agua epicontinental y su papel en la cultura", *Zoología Informa*, 43: 27-57.
- _____ (2004). "El paradigma de la ecología integral en la gestión de los recursos naturales", *Sapere*, 1(1):4-13.
- _____ (2007). "Configuración ecológica del medio ambiental como bien jurídico", *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, 2 (12): 263-285.
- _____ (2009). *¿A diseñar el futuro?: El holismo de la tercera cultura, la integración de las ciencias con las humanidades*, IPN-CEJA, México.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J. y C. Montes (1999a). "Bioenergetics and Phenology of Reproduction of the Introduced Red Swamp Crayfish *Procambarus clarkii* in Doñana National Park (Spain), and implications for management", *Freshwater Biology*, 42: 561-574.
- _____ (1999b). "Population Dynamics and Phenotypic Comparisons Among Six Populations of *Procambarus clarkii* from the Doñana National Park (SW-Spain)", *Freshwater Crayfish*, 12: 629-642.
- _____ (2001). "Bioenergetics of Juveniles of Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*), *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130 (1): 29-38.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J.; A. Morales; A. Oviedo y C. Ramírez (2002). "Distribution, Spread, Habitat Characterization and Conservation of the Crayfish Species (Cambaridae) in Queretaro (Central Mexico)", *Freshwater Crayfish*, 13: 288-297.
- Harris, J. H. (1984). "An Experimental Analysis of Desert Rodent Foraging Ecology", *Ecology*, 65: 1579-1584.
- Herrera, C. M. (1984). "Tipos morfológicos y funcionales en plantas del matorral mediterráneo del sur de España", *Studia Oecologica*, 5: 7-34.
- Klekowsky, R. Z. y A. Duncan. (1975). "Review of Methods for Identification of Food and Measurement of Consumption and Assimilation Rates", en: Grodzinski, H. et ál. (eds.): *Methods for Ecological Bioenergetics*, IBP. No. 24 Blawell Scir. Publ., Oxford.

- Krebs, Ch. (1978). *Ecology. The experimental Analysis of Distribution and Abundance*, Harper & Row, EUA.
- Levin, S. (1992). "The Problem of Pattern and Scale in Ecology", *Ecology*, 73: 1943-1967.
- Levins, R. (1969). "Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for Biological Control", *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15, 237-240
- Lotka, A. J. (1925). *Elements of Physical Biology*, Williams and Wilkins, Baltimore.
- MacArthur, R. y E. O. Wilson (1963). "An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography", *Evolution*, 17: 373-387.
- MacArthur, R. y J. H. Connell (1966). *The Biology of Populations*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- MacArthur, R. y E. O. Wilson. (1967). *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, EUA.
- Margalef, R. (1991). *Ecología*, Omega, España.
- _____ (1997). "Our Biosphere", en: O. Kinne (ed.): *Excellence in Ecology*, No. 10, Ecology Institute, Oldendorf.
- Mayr, E. (1969). *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Montes, C. J. Borja y M. A. Bravo (1998). *Parque Nacional de Doñana. Reconocimiento Biofísico de Espacios Naturales Protegidos*, Junta de Andalucía, España.
- Naciones Unidas (2000). *Declaración de Malmö*, Suiza.
- Nava, R., R. Armijo y J. Gastó (1996). *Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre*, Trillas, México.
- Odum, E. P. (1971). *Ecología*, Editorial Interamericana, México.
- _____ (1986). *Fundamentos de ecología*, McGraw-Hill, Interamericana, México.
- O'Neill, R. V. (2001). "Is it Time to Bury the Ecosystem Concept? (with full military honors, of course!)", *Ecology*, 82: 3275-3284.
- Orellana, R. (1999). "Respuestas de las plantas al ambiente por medio de sus estrategias morfológicas funcionales", en: Orellana R. y col.: *Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos*, CiCy, México.
- Pedraza-Lara, C., A. López-Romero y P. J. Gutiérrez-Yurrita, P. J. (2004). "Preliminary Studies Concerning Phenotype And Molecular Differences Among Freshwater Crayfish from The Genus *Procambarus* in Sierra Gorda Biosphere Reserve, Mexico", *Freshwater Crayfish*, 14: 232-240.
- Pianka, E. R. (1978). *Evolutionary Ecology*. 2ª Ed. Harper & Row Pub., Nueva York.
- Poe, S. y J. J. Wiens. (2000). "Character Selection and the Methodology of Morphological Phylogenetics, en: Wiens, J. J. (Ed.): *Phylogenetic Analysis of Morphological Data*, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Prosser, Ch. (1995). *Environmental Physiology*, 3ª ed, McGraw Hill, Nueva York.
- Rozdilski I. D., J. Chave, S.A. Levine y D. Tilman, (2001). "Towards a Theoretical Basis for Ecosystem Conservation", *Ecological Research*, 16: 983-995.
- Sabela, A. (2010). *El análisis de ciclo de vida como herramienta de valoración proyectual*, en: Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible.
- Sahlins, M. (1976). *Uso y abuso de la biología*, Siglo XXI, España.
- Salthe, S. (1985). *Evolving Hierarchical Systems: Their Structure and Representation*, Columbia University Press, Nueva York.
- Savory, A. (2005). *Manejo holístico. Un nuevo marco metodológico para la toma de decisiones*, Semarnat/INE/FMCN, México.
- SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) esta sociedad ha definido jurídicamente la ISO 14040.
- Smith, R. L. (1986). *Elements of ecology*, 2ª ed, Harper & Row Pub., EUA.
- Smuts, J-C. (1973). *Holism and Evolution*, Greenwood Press, Westport, EUA.
- Tansley, A. G. (1935). "The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms", *Ecology*, 16: 284-307.
- Taylor, D. R.; L. W. Aarsen y C. Lohele (1990). "On the Relationships Between r/K Selection and Environmental Carrying Capacity: a New Habitat Templet for Plant History Strategies", *Oikos*, 58: 239-250.
- Thom, R. (1979). *Théorie des catastrophes et biologie*, Instituto de Altos Estudios Científicos, Francia.

- UICN (1990). *United Nations List of National Parks and Protected Areas*, Gland, Suiza.
- _____ (2004). *Los corredores ecológicos en la perspectiva del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Gland, Suiza.
- Verhulst, J. P. (1838). *Population Dynamics*, Nueva York.
- Volterra, V. (1926). "Variations and Fluctuations of the Number of Individuals in Animal Species Living Together", en: Chapman, R. N. (Ed.): *Animal ecology*. McGraw Hill Book, Co. Inc., Nueva York.
- Whittaker, R. H. (1975). *Communities and Ecosystems*, McMillan Pub. Inc, Nueva York.
- Wiegert, R.G. (1968). "Ecological Energetics", en: R. Wiegert (Ed): *Thermodynamic in Animal nutrition*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Benchmark Paper in Ecology, Vol. 4., pp.: 15-25.
- Williams, C. B. (1964). *Patterns in the Balance of Nature and Related Problems in Quantitative Ecology*, Academic Press, Nueva York.
- Wilson, E. O. (1999). *Conciliencia. La unidad del Conocimiento*, Galaxia Gutenberg (Círculo de lectores), Barcelona.
- _____ (2007). *Conciliencia*, Círculo de Lectores, España.



CURRÍCULUM



1. EL ESPACIO PÚBLICO PATRIMONIAL Y LOS DESAFÍOS AMBIENTALES SOCIOURBANOS. CASO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Rubén Cantú Chapa

El Dr. Rubén Cantú Chapa es ingeniero arquitecto egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional y profesor invitado en la ESIA-Tecamachalco.

Cursó la maestría en Ciencias con especialidad en Planificación urbana regional en la SEPI-ESIA-UZ-IPN y la maestría en Arquitectura en Investigación y Docencia en el Área de Urbanismo y es profesor investigador del CIEMAD-IPN.

Posee el doctorado en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura-UNAM. Ganó el Premio Nacional de Investigación Urbana y Regional 1991, por RNIU y la UAM.

Actualmente es Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del Sistema Nacional de Investigadores.

Es autor de los libros *Centro histórico, Ciudad de México, Medio ambiente sociourbano* (2000); *Tlatelolco, la auto-administración en unidades habitacionales, gestión urbana y planificación* (2001); *Globalización y centro histórico, Ciudad de México, Medio ambiente sociourbano* (2005); *Centro histórico crítico. El ambiente sociourbano en la Ciudad de México* (2009); *Los desafíos ambientales y el desarrollo en México* (compilador) (2010); *Centro Histórico, Ciudad de México. Los desafíos ambientales en el espacio público patrimonial* (2012). Y tiene un último artículo publicado en la revista *Mundo Siglo XXI*, número 30, may-ago 2013, “Impacto de la baja tendencial de la tasa de ganancia en el ambiente sociourbano de la metrópoli”.



2. LOS TERRITORIOS DE LAS CIUDADES EN LA INSUSTENTABILIDAD

Roque Juan Carrasco Aquino

El doctor Roque Juan Carrasco Aquino es ingeniero civil egresado de la ESIA-IPN (1976-1982). Posee la maestría en Planificación urbana-regional de SEPI-ESIA-IPN (1982-1985) y es doctor en urbanismo por la Universidad Politécnica de Cataluña. En junio de 2005 se le otorgó el grado de doctor honoris causa por el Consejo Iberoamericano de Calidad Educativa de Punta del Este, Uruguay.

Ha sido presidente honorario de la Red Internacional de Investigaciones sobre Problemas Sociourbanos Regionales y Ambientales (RIISPSURA) y ha publicado, entre otros títulos *La sustentabilidad y las ideas oníricas...*, *Región-territorio: planeación y ¿desarrollo sustentable?* que ya está en su segunda edición y en proceso la primera edición con la Editorial Académica Española en proceso.

Hena Andrés Calderón

La maestra Hena Andrés Calderón es licenciada en Psicología educativa por la Universidad Autónoma de Guerrero e inició como profesora en educación primaria para después obtener la maestría en Asesoramiento pedagógico en España y posteriormente desempeñarse como maestra psicóloga orientadora en educación especial. Más tarde fue profesora en el nivel medio superior del IPN y actualmente es profesora de tiempo completo en la ESIME Ticomán del IPN. Ha sido catedrática invitada en la maestría en Educación especial en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y tiene un diplomado en Formación en competencias tutoriales. Ha sido coordinadora de publicaciones varias. Participó en la RIISPSURA en la Ciudad de México en noviembre de 2008. También se ha desempeñado como jefa del Departamento de Extensión y Apoyos Educativos, así como en la jefatura del Departamento de Gestión Escolar y en la jefatura del Departamento de Servicios Estudiantiles en la ESIME Ticomán del IPN.

Su correo electrónico es: handresc@ipn.mx y su teléfono IPN: 57 29 60 00 ext. 56054.

Marcos Rodolfo Bonilla González

El doctor Marcos Rodolfo Bonilla González es licenciado en Antropología social egresado de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) y se graduó de la maestría en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura de Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con la tesis *Gestión política y urbanización en Ecatepec de Morelos*. Hizo su doctorado en la misma institución sobre "Cultura política, procesos de integración social en la Ciudad de México". Posteriormente realizó una estancia posdoctoral en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios Sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD) del Instituto Politécnico Nacional en el proyecto de investigación "Los problemas socioambientales y el territorio en México". Sus líneas de investigación son la filosofía de la ciencia, la sustentabilidad y los procesos socioambientales. Es profesor de economía y de pedagogía en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la UNAM y profesor de urbanismo en el programa de maestría y doctorado de la Facultad de Arquitectura de la misma casa de estudios.

3. HACIA UNA PEDAGOGÍA AMBIENTAL METADISCIPLINARIA

Guillermo Torres Carral

Guillermo Torres Carral es licenciado en Economía por la UNAM (1977), maestro en Ciencias y doctor en Ciencias agrícolas por la Universidad Agrícola de Varsovia (1987). Ha sido profesor de tiempo completo en la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) (1975-1979), de tiempo parcial en la Facultad de Economía (1975-1992) y de tiempo completo en el Departamento de Sociología Rural en la Universidad Autónoma Chapingo (1979 a la fecha).

Ha publicado 20 libros como autor, 30 como coautor y diversos artículos científicos en revistas indexadas. Sus líneas de investigación son: economía

política del ambiente, desarrollo compatible, nueva ruralidad y alternativas del minifundio mexicano. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (nivel II).

4. SOCIEDAD Y NATURALEZA

Ciro Alfonso Serna Mendoza

El doctor **Ciro Alfonso Serna Mendoza** es economista egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y especialista en Población y desarrollo sustentable por la Universidad de Chile, Cepal. Cursó la maestría en Desarrollo social y el doctorado en Educación en la Universidad de la Habana, Cuba. Asimismo realizó un posdoctorado en Educación ambiental en el IPN México. Actualmente se desempeña como director del doctorado en Desarrollo sostenible de la Universidad de Manizales, Colombia. Su correo electrónico es: redesomciro@hotmail.com

5. AGRICULTURA URBANA EN CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL

Ramón Rivera Espinosa

Ramón Rivera Espinosa posee la licenciatura en Antropología social, la maestría en Ciencias en planificación y el doctorado en Ciencias agrarias. Realizó su posdoctorado en Filosofía de la ciencia y sustentabilidad. Es profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma Chapingo; investigador del Centro de Investigación y Servicio en Ciencia, Naturaleza, Sociedad y Cultura; y profesor definitivo por asignatura en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza UNAM. Ha sido profesor visitante en la Universidad de Manizales, Colombia, la Universidad de Barcelona y la Universidad Latina en Costa Rica. Ha impartido cursos en instituciones de educación superior; Escuela Nacional de Antropología e Historia; Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM; Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM; Escuela Superior de Educación Física; Escuela Nacional de Biblioteconomía y Ar-

chivonomía; Universidad Autónoma del Estado de México-Unidad Profesional de Texcoco, Universidad de la Comunicación S.C., Universidad Pedagógica Nacional, Escuela Nacional de Trabajo Social, UNAM; Universidad Tecnológica de México. Investigador del Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos de 1993 a 1995. Y participante en proyectos de servicio universitario relacionado con la agricultura urbana.

6. PLANIFICACIÓN METROPOLITANA INSUSTENTABLE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Javier Pérez Corona

Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma del Estado de México en la línea de Investigación en estudios territoriales. Docente e investigador del Instituto Politécnico Nacional, adscrito al posgrado en Ingeniería civil de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Los temas de investigación que ha trabajado en los últimos años son planeación urbana y estudios urbanos y metropolitanos. De igual manera ha participado en varios libros por capítulos y artículos de revistas.

7. ¿CÓMO CONCEPTUALIZAMOS LA INSUSTENTABILIDAD?

Heriberto Efrén Maldonado Victoria

Maestro en Ciencias en planificación urbano-regional por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional. Se ha desempeñado como profesor investigador en la Sección de Posgrado e Investigación de la misma institución y de igual manera como profesor Investigador en Arquitectura y Desarrollo Urbano en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

Entre 2009 y 2012 ha dado conferencias en congresos internacionales sobre la temática Ciudad-medioambiente, organizados por el IPN-UAC-UAM-UNAM y Universidades de Bolivia; España; Colombia; Barcelona, España; Cochabamba, Bolivia y en México.

También en el Primer encuentro de universidades en torno a la ciudad y los espacios, algunas consideraciones contradictorias del espacio urbano en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM y en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. De igual manera participó con sus ensayos en la XIV Reunión Internacional La frontera, una nueva concepción cultural en la ciudad de Puebla. Y fue expositor en el I Seminario-taller sobre desarrollo sustentable y socialmente incluyente: globalidad, estado y sociedad, realizado en la Escuela Superior de Economía del IPN.

Es autor del libro *Nuevas políticas de vivienda social en la Ciudad de México, 1997-2012*, publicado por la Editorial Académica Española en 2012. Su correo es henv.tigre@gmail.com

8. POTENCIALIDAD DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y LA PLANEACIÓN TERRITORIAL: CASO DE ESTUDIO “MUNICIPIO DE TLAXCO, TLAXCALA”

12. LA OCUPACIÓN SOCIAL DEL ESPACIO. RECONFIGURACIÓN DE CIUDADES-REGIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ZAHUAPAN; ESTADO DE TLAXCALA

Miguel Alvarado Cardona

Es ingeniero civil y tiene maestría en Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional, posee un Diplomado en Impacto Ambiental realizado en la Universidad Iberoamericana, así como un Diplomado en Ambientes Virtuales de Aprendizaje del IPN e imparte evaluación del impacto ambiental y ordenamiento ecológico del territorio. Sus líneas de investigación están enfocadas a ordenación del territorio, impacto ambiental y recursos naturales. Ha participado tanto en proyectos institucionales como en proyectos públicos vinculados a los temas sobre ordenación del territorio, erosión de suelos, sustentabilidad e insustentabilidad, y evaluaciones

de impacto ambiental. Ha publicado diversos artículos en ediciones tanto nacionales como internacionales y es coautor de un libro.

Rolando Reynoso Pérez

Maestro en Ciencias en planificación regional-urbana y profesor investigador del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional. Tiene más de 30 años de experiencia como profesor investigador en el sector académico. Ha desarrollado una vasta experiencia laboral en dependencias de la administración pública federal y del sector privado. Sus líneas de investigación en docencia son desarrollo socioeconómico regional urbano, el capital y su espacio, y sociología del espacio regional urbano, así como la ocupación social del espacio regional urbano, las transformaciones territoriales, los procesos de urbanización y el ordenamiento del territorio. Ha publicado diversos artículos en la materia y participado como ponente en congresos nacionales e internacionales. Sus correos son: reynosor@yahoo.com.mx y rreynoso@ipn.mx

María Concepción Martínez Rodríguez

Doctora en política pública por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, y maestra en administración pública y políticas públicas por el mismo Instituto. Se desempeña como profesora Investigadora del CIIEMAD y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI nivel 1) del CONACyT. Ha hecho estancias de Investigación en la Universidad de Twente, en los Países Bajos, y en la Universidad de Harvard en Estados Unidos, y ha publicado en revistas tanto nacionales como internacionales. Pertenece a la Red de Desarrollo Económico del IPN y ha acumulado una amplia experiencia en el sector privado en empresas transnacionales y en el sector público en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Su correo es: mcmartinezr@ipn.mx

9. EL GRAN DESAFÍO, MANTENER EN NIVELES SUSTENTABLES EL AGUA ANTE LA COMPLEJIDAD DE LA CONURBACIÓN, EL CASO DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA

Delia Patricia López Araiza Hernández

Doctora en Desarrollo regional con especialidad en ordenamiento territorial sustentable, su línea de investigación es sobre aguas subterráneas en áreas urbanas. También es profesora investigadora de la sección de estudios de posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura; ha participado en varias publicaciones sobre temas urbanos, regionales, relativos al medio ambiente y sobre sustentabilidad, ley del caos, cinética, sistemas y autoorganización. Autora del libro *Análisis de espacios impermeables urbanos y su impacto en acuíferos*. Ha participado en diversos congresos y seminarios sobre la línea de hábitat, sustentabilidad y regionalidad; actualmente desarrolla el proyecto de investigación “Análisis de la plasticidad del suelo en el área de conservación del sur del Distrito Federal”; paralelo a éste desarrolla una investigación sobre la fractalidad del territorio y participa en la Red Institucional de Medio Ambiente, así como en la Red de Expertos de Complejidad.

10. UNA MIRADA AL TERRITORIO COMO CUERPO Y POIÉSIS

Luz Elena García García

Economista por la Universidad de Manizales, Colombia. Asimismo es maestra en Pedagogías activas y desarrollo humano por la alianza Cinde (Centro internacional de educación y desarrollo humano)-Universidad de Manizales. Es candidata a doctora en Conocimiento y cultura en América Latina, por parte del Instituto pensamiento y cultura en América Latina (Ipecal, México). Se desempeña como docente, investigadora y directora en la línea de investigación de Desarrollo social y humano de la maes-

tría en Desarrollo sostenible y medio ambiente, y es miembro del Grupo Centro Interdisciplinario de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (CIIMAD) de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad de Manizales. Sus correos son: luzeg@umanizales.edu.co y luzelenagarcia@me.com

11. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL Y SU ADMINISTRACIÓN CAUSANTE DE PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES Y SUS RETOS PARA DAR SOLUCIONES

Lorenzo Manzanilla López de Llergo

El doctor Lorenzo Manzanilla López de Llergo es profesor investigador titular de carrera de la División de Estudios de Posgrado e Investigación en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM. Se encuentra haciendo investigación en el área de teoría de la organización del posgrado en la línea de investigación en Desarrollo sustentable, teoría de la estrategia de organización y administración. Es autor de 4 libros y varios artículos, así como apuntes académicos de investigador docente. Dentro de sus actividades desarrolló una página web en la UNAM y participó en la elaboración de los repositorios del seminario de estrategia empresarial. Su correo es: pinvestigacion@yahoo.com.mx

Si desea obtener más información puede consultar la siguiente dirección electrónica: <http://docencia.fca.unam.mx/~lmanzani/>

Claudia Rodríguez Tapia

Ingeniero químico por la Facultad de Química de la UNAM, y maestra en Ciencias con especialidad en medio ambiente por el IPN. Actualmente es candidata a doctora en Medio Ambiente y Desarrollo por el IPN; se ha desempeñado como docente dentro del IPN, y trabaja en líneas de investigación sobre el manejo y disposición de residuos sólidos urbanos.

13. LA CRISIS AMBIENTAL Y EL NEOSCURANTISMO FILOSÓFICO

Miguel Alberto González González

Docente e investigador de la Universidad de Manizales, Colombia, y doctor en Educación. Tiene varios libros publicados, así como varios capítulos de libros y artículos en diversas revistas indexadas. Ha presentado ponencias en eventos de América Latina, Europa y Asia.

14. LADRILLERAS ARTESANALES EN EL ESTADO DE MÉXICO. EMISIONES CONTAMINANTES

Ma. Eugenia Gutiérrez Castillo

Se desempeña actualmente como profesora investigadora en el CIEMAD del IPN y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, se formó como química farmacéutica industrial de la ENCB del IPN, y tiene una maestría en Ciencias en la especialidad de Neurociencias así como un doctorado en Ciencias en la especialidad de Toxicología del Cinvestav del IPN. Ha realizado cursos de actualización en la especialidad de química analítica, cuenta con experiencia profesional no docente como química analista y auxiliar de investigación en el Cinvestav del IPN, y como asesora de la industria química, farmacéutica en Profepa, PGJ- Hidalgo y Universidades Tecnológicas. Docente a diferentes niveles educativos, directora de tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Ha participado en conferencias, congresos y proyectos de investigación relacionados con problemas de medio ambiente. Tiene diez publicaciones a nivel internacional y dos nacionales, tres capítulos de libros, y una patente.

15. VERIFICACIÓN DE SIMULACIONES TRIDIMENSIONALES DIFERENCIALES NUMÉRICAS DE LA DESCARGA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR LAGUNA VERDE

Lorenzo Zambrano Salgado

Maestro en ciencias, se desempeña como profesor investigador del CIEMAD del IPN, además de pertenecer a la Red de Desarrollo Económico del mismo instituto. Tiene formación profesional como ingeniero mecánico electricista de la facultad de ingeniería de la UNAM y maestría en Ciencias de la computación con especialidad en Ingeniería de software y graficación en el Cenidet y doctorado en Tecnología avanzada en la especialidad de Bases de datos en el CICATA Legaria IPN. Docente en diferentes niveles educativos, director de tesis de estudiantes de licenciatura y maestría, ha participado en conferencias, congresos y proyectos de investigación relacionados con problemas de energía y medio ambiente. Ha publicado a nivel tanto nacional como internacional.

Josué Portilla Casillas

Profesor investigador del CICATA Legaria del IPN, tiene formación profesional como oceanólogo de la facultad de Ciencias Marinas de la UABC, maestría en Ecología marina en el Cicese y doctorado en Tecnología avanzada en la especialidad de Ciencias oceánicas aplicadas en el CICATA Legaria IPN. Docente en diferentes niveles educativos. Ha participado en conferencias, congresos y proyectos de investigación relacionados con problemas de oceanografía costera, física y aplicada, y medio ambiente. También tiene colaboraciones a nivel internacional y nacional.

Víctor Manuel Vicente Vidal Lorandi

Profesor investigador del CIEMAD del IPN, egresado como oceanólogo de la UABC Facultad de Ciencias Marinas, y como maestro en Oceanografía con especialidad en Ciencias oceánicas aplicadas por el Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California, en San Diego, y como doctor en Oceanografía con especialidad en Ciencias oceánicas aplicadas por el mismo instituto. Tiene experiencia profesional en formación de grupos de investigación y en el desarrollo de proyectos de investigación oceánicos especialmente en el Golfo de México. Ha sido docente a

diferentes niveles educativos, director de tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, y ha participado en varias conferencias, congresos y proyectos de investigación relacionados con problemas de oceanografía costera, física y aplicada y problemas con el medio ambiente. Ha publicado a nivel internacional y nacional, autor de varios libros, entre los que destacan los Atlas oceanográficos del Golfo de México, volúmenes I, II y III, así como varios capítulos de libros. Obtuvo el Premio Nacional de Oceanografía 1990.

Francisco Vicente Vidal Lorandi

El doctor Francisco Vicente Vidal Lorandi, profesor investigador del CIIEMAD del IPN, es oceanólogo de la UABC Facultad de Ciencias Marinas, con maestría en Oceanografía y especialidad en Ciencias oceánicas aplicadas por el Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California, en San Diego, y doctorado en Oceanografía con especialidad en Ciencias oceánicas aplicadas por la misma institución. Posee experiencia profesional en formación de grupos de investigación y en el desarrollo de proyectos de investigación oceánicos, especialmente en el Golfo de México. Docente a diferentes niveles educativos, director de tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Ha participado en varias conferencias, congresos y proyectos de investigación relacionados con problemas de oceanografía costera, física y aplicada y con el medio ambiente. Tiene publicaciones a nivel internacional y nacional, autor de varios libros, entre los que destacan los Atlas oceanográficos del Golfo de México volúmenes I, II y III, así como varios capítulos de libros. Obtuvo el premio Nacional de Oceanografía 1990.

16. HORNOS LADRILLEROS DE SAN NICOLÁS, TEQUISQUIAPAN: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, SALUD HUMANA Y ECONOMÍA

Joaquín Antonio Quiroz Carranza

Doctor en Ecología por el Centro de Investigación Científica de Yucatán y miembro del Consejo Directivo de la Asociación Red Verde, A.C., asociación que promueve el desarrollo comunitario y la conservación ambiental. También ha coordinado proyectos productivos para organizaciones de la sociedad civil. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad Autónoma de Querétaro. Es autor de 4 libros de divulgación científica, cuatro artículos, un capítulo de libro y obtuvo el Premio Estatal de Ensayo Social Alfonso Villa Rojas, 2010 en Quintana Roo, México.

Citlalli Cantú Gutiérrez

Maestra en Desarrollo organizacional por el Instituto de Estudios de Posgrado en Ciencias y Humanidades y miembro del Consejo Directivo de la Asociación Red Verde, A. C., asociación que promueve el desarrollo comunitario y la conservación ambiental. También se desempeña como docente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, ha sido co-autora de 4 libros de divulgación científica, tres artículos y un capítulo de libro. Obtuvo el Premio Estatal de Ensayo Social Alfonso Villa Rojas, 2010 en Quintana Roo, México.

17. ALTERNATIVAS PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO

Dennis Amelia Narváez Suárez

Maestra en Ciencias en Medio ambiente y desarrollo integrado. Egresó del Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo del IPN.

Víctor Florencio Santes Hernández

Doctor en Ciencias químicas, profesor titular C del CIIEMAD, miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I, autor de diversos artículos internacionales y un capítulo en un libro. De igual manera ha sido director de tesis de maestría y varios proyectos de investigación.

Esteban López Salinas

Doctor en Ciencias e investigador del Programa de Ingeniería Molecular del Instituto Mexicano del Petróleo. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores nivel III y es autor de cien artículos internacionales, dos capítulos en libros, veinte patentes y ha dirigido varias tesis de posgrado.

Lorena Elizabeth Campos Villegas

Maestra en Ciencias en biología, egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Labora como profesora asociada B adscrita al Laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental del CIEMAD del IPN. Sus investigaciones se centran en temas sobre limnología, caracterización de sistemas acuáticos y contaminación por metales pesados.

18. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CENTRAL DE ABASTO DEL DF

Luis Raúl Tovar Gálvez

Profesor titular C de tiempo completo en el CIEMAD del IPN. Egresó como ingeniero químico de la UNAM y es maestro en Ciencias en agricultura de la Universidad de Tohoku, Sendai, Japón, así como doctor en nutrición egresado de la Universidad de California en Berkeley. Ha sido director de tesis a nivel superior y posgrado. Ha publicado 38 artículos científicos tanto nacionales como internacionales y es coautor del libro Composición y generación de residuos sólidos urbanos de la Ciudad de México durante 2008-2009, incluye los generados en la Central de Abasto del DF. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores e inventor de 4 patentes cuyo titular es el IPN y ha sido responsable de proyectos apoyados por el CONACyT, el ICyTDF así como de varios proyectos vinculados.

Claudia Rodríguez Tapia

Claudia Rodríguez Tapia es Ingeniero Químico por la Facultad de Química de la UNAM y maestra en Ciencias con especialidad en Medio ambiente y desarrollo por el IPN. Candidata a doctor en Medio ambiente y desarrollo por el IPN, se ha desempeñado como docente del IPN y se especializa en investigación sobre el manejo y disposición de residuos sólidos urbanos.

19. CONCEPTOS ELEMENTALES DE ECOLOGÍA CON APLICACIONES EN EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita

Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita es Doctor en Ciencias (Ecología) por la Universidad Autónoma de Madrid y candidato a Doctor en Derecho Administrativo (línea de grado Ambiental) por la Universidad de Alicante. Realizó su maestría en Ciencias (UNAM) y de igual manera posee un grado de Máster en Derecho Ambiental y de Sustentabilidad por la Universidad de Alicante. Hizo un posdoctorado en Ecología y Manejo de Recursos Bióticos y lleva varias estancias de investigación, así como un año sabático en las Universidades de Madrid, La Laguna (España), Évora (Portugal) y Alicante. Actualmente es profesor titular C de biología y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I, PROMEP, así como miembro de la Red de Medio Ambiente. Ha sido profesor invitado en el posgrado de la Universidad de Alicante y tiene más de setenta y tres artículos publicados en revistas indizadas y más de cien artículos en revistas científicas de divulgación científica. Ha dado más de ochenta conferencias magistrales y dirigido varias tesis. Actualmente es coordinador del doctorado en red Conservación del Patrimonio Paisajístico y del doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo.



Desafíos ambientales II
Los problemas ambientales ante los retos del milenio

Coordinadores
Rubén Cantú Chapa
Roque Juan Carrasco Aquino
Lorenzo Zambrano Salgado

Impreso en los Talleres Gráficos de la Dirección
de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional,
Tresguerras 27, Centro Histórico,
Deleg. Cuauhtémoc, CP 06040, México, DF
Diciembre de 2013. Edición 500 ejemplares.

A lo largo de la relación hombre-naturaleza el ser humano se ha debatido con su cuerpo, su entorno y consigo mismo. Por ello se ha vuelto fundamental analizar la situación del medio ambiente desde diversos enfoques, pues la articulación entre sociedad, naturaleza y ser humano tiene muchas aristas que no podemos pasar por alto. La dimensión interdisciplinaria y transdisciplinaria bajo la que se han abordado los ensayos de este libro muestra la rica, pero compleja trama de la problemática ambiental.

La diversidad de temas de esta publicación forma parte de las líneas de investigación que ofrece el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD) del IPN, por lo que no fue fácil para los investigadores enfrentar el reto de articular las disciplinas que coinciden en el estudio; sin embargo, gracias a esto se logró una comprensión más profunda y un mejor análisis de la problemática ambiental.

ISBN: 978-607-414-405-5



9 786074 144055